UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL
01/02/16
BIBLIOTECA CENTRAL
U N U

"Determinación de la composición química a nivel básico de la corteza y madera de *Septotheca tessmannii* (utucuro) procedente de la CCNN Callería y CCNN Puerto Belén en tres niveles longitudinales del fuste"

Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal

PAÚL PAUCAR QUISPE

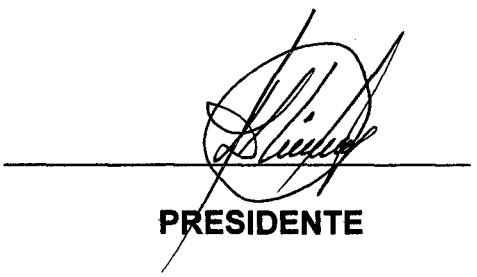
PUCALLPA – PERÚ

2015

ACTA DE APROBACION.

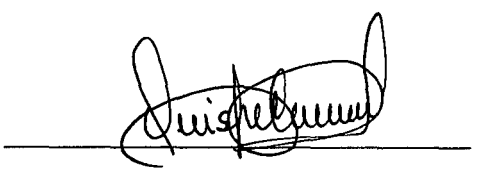
Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, integrado por los siguientes catedráticos.

Ing. M.Sc. David G. Lluncor Mendoza



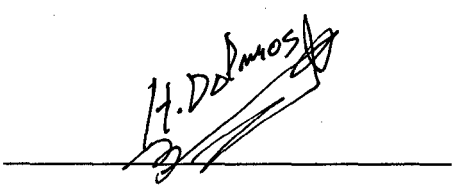
PRESIDENTE

Ing. Mg. Hector Jose Quispe Cerna



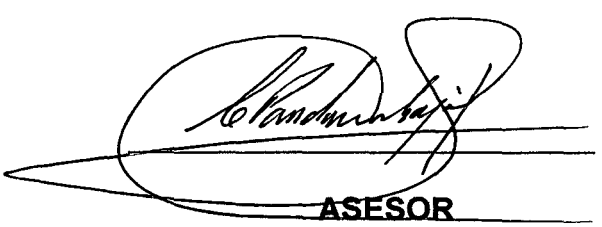
MIEMBRO

Ing. Mg. Melchor Herbert Dolmos Castro



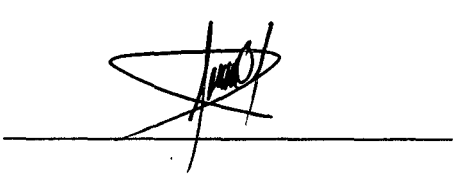
MIEMBRO

Dr. Carlos Panduro Carbajal



ASESOR

Bach. Paul Paucar Quispe



TESISTA

DEDICATORIA

A Dios mi protector quien me cuida y protege;

a mis padres Pelayo y Ema por darme la vida

y por todo el apoyo.

A mis familiares y amigos por su apoyo y aliento en la ejecución del trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral "AIDER" en su representante al Ing. Pio Santiago Puertas en convenio con la Universidad Nacional de Ucayali.

A mi asesor de Tesis, Dr. Carlos Panduro Carbajal, por brindarme la asesoría en la ejecución del presente trabajo de tesis.

A la Ing. Carmen Leticia Guevara Salnicov, por el apoyo desinteresado en la ejecución de la presente tesis.

Al Bachiller Forestal Pablo Petter Vela Mogrovejo, tesista del Laboratorio de Transformación Química de Madera de la Universidad Nacional de Ucayali, por el apoyo desmedido y desinteresado.

Al Ing. Clovis Ramírez Ramírez, por la co – asesoría del presente trabajo.

A todas las demás personas que de una u otra forma han contribuido en la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Formulación del problema	2
CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
2.1. Antecedentes del problema	4
2.1.1 La especie	4
A. Clasificación taxonómica	4
B. Descripción de la madera en pie	4
C. Procedencia	5
D. Características organolépticas de la madera	5
E. Características macroscópicas y microscópicas	5
E.1. Anillos de crecimiento	5
E.2. Poros	5
E.3. Parénquima axial	6
E.4. Radios	6
E.5. Fibras	6
F. Propiedades Físicas	7
G. Características tecnológicas	7
H. Utilidad	7
I. Recomendaciones técnicas	7
2.1.2. Estudios de los componentes químicos en las especie	8
2.2. Planteamiento teórico del problema	14
2.2.1. El árbol	14
2.2.2. Estructura de la madera	14
A. Estructura del tronco	14
B. Estructura de la madera	15
C. Contenido de humedad de la madera	15
2.2.3. Composición química de la madera y corteza	17
A. Composición química de la corteza	17
A.1. Fracción fibrosa	17
A.2. Extractivos	18

B. Composición química de la madera 19
B.1. La celulosa 21
B.2. Las hemicelulosas 22
B.3. La lignina 23
B.4. Componentes extraíbles 24
B.5. Componentes inorgánicos 25
B.6. Taninos 25
2.2.4. Usos de los componentes químicos de la madera 26
2.3. Definición de términos básicos 27
CAPITULO III: METODOLOGIA 29
3.1. Ubicación del área de extracción de árboles de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 29
3.2. Método de investigación 29
3.3. Población y muestra 29
3.4. Instrumentos de recolección de datos 30
3.4.1. Reactivos 30
3.4.2. Equipos y materiales 30
3.5. Procedimiento 31
3.5.1. Preparación de muestras de madera para análisis químico 31
3.5.2. Análisis químico de las muestras de aserrín de madera y corteza 31
3.5.3. Determinación del contenido de humedad en aserrín de madera y corteza 32
3.5.4. Determinación de extractivos de madera y corteza 32
A. Determinación de extractivos en agua fría 32
B. Determinación de extractivos en agua caliente 33
C. Determinación de extractivos en alcohol 33
3.5.5. Determinación de holocelulosa de madera y corteza 34
3.5.6. Determinación de la celulosa 35
3.5.7. Determinación de la hemicelulosa 36
3.5.8. Determinación de la lignina 36
3.5.9. Determinación de cenizas 37
3.5.10. Determinación de sílice 37
3.6. Tratamientos de datos 38

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 39
4.1. Resumen del contenido químico de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 39
4.2. Contenido de humedad de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 40
4.2.1. Contenido de humedad de la madera 40
4.2.2. Contenido de humedad de la corteza 42
4.3. Contenido de extractivos (%) de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 43
4.3.1. Extractivos en la madera 43
4.3.2. Extractivos en la corteza 46
4.4. Contenido de holocelulosa de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 50
4.4.1. Holocelulosa en la madera 50
4.4.2. Holocelulosa en la corteza 51
4.5. Contenido de celulosa en la madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 53
4.5.1. Celulosa en la madera 53
4.5.2. Celulosa en la corteza 55
4.6. Contenido de hemicelulosa de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 57
4.6.1. Hemicelulosa en la madera 57
4.6.2. Hemicelulosa en la corteza 58
4.7. Contenido de lignina de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 60
4.7.1. Lignina en la madera 60
4.7.2. Lignina en la corteza 62
4.8. Contenido de ceniza de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (Utucuro) 64
4.8.1. Cenizas en la madera 64
4.8.2. Cenizas en la corteza 66
4.9. Contenido de sílice de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro) 68
4.9.1. Sílice en la madera 68

4.9.2. Sílice en la corteza 70
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 72
5.1. Conclusiones 72
5.2. Recomendaciones 73
BIBLIOGRAFÍA 74
ANEXOS 80
Anexo 1 81
Anexo 2 103

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis químicos de maderas de dos especies de eucalipto 11

Cuadro 2: Composición química de Tectona grandis (teca) a distintas alturas del fuste 11

Cuadro 3: Composición química de la corteza de *Corymbia citriodora* a tres alturas del fuste 12

Cuadro 4: Resumen general del contenido químico básico promedio de madera y corteza de utucuro por niveles de fuste 39

Cuadro 5: Análisis de varianza del contenido de humedad de la madera versus niveles de fuste 41

Cuadro 6: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la madera 42

Cuadro 7: Análisis de varianza del contenido de humedad de la corteza versus niveles de fuste 43

Cuadro 8: Contenido de extractivos (%) de la madera por niveles fuste métodos de extracción 43

Cuadro 9: Análisis de variancia del contenido de extractivos de la madera 44

Cuadro 10: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la madera por niveles de fuste 45

Cuadro 11: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la madera por métodos de extracción 46

Cuadro 12: Contenido de extractivos (%) de la corteza por niveles fuste y método de extracción 46

Cuadro 13: Análisis de variancia del contenido de extractivos de la corteza 48

Cuadro 14: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la corteza por métodos de extracción 49

Cuadro 15: Análisis de varianza de holocelulosa versus niveles de fuste en la madera 50

Cuadro 16: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa en los niveles de fuste de la madera 51

Cuadro 17: Análisis de varianza de holocelulosa en la corteza versus niveles de fuste 52

Cuadro 18: Análisis de varianza de celulosa de la madera versus niveles de fuste 54
Cuadro 19: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la madera 54
Cuadro 20: Análisis de varianza de celulosa de la corteza versus niveles de fuste 56
Cuadro 21: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la corteza 56
Cuadro 22: Análisis de varianza de hemicelulosa de la madera versus niveles de fuste 58
Cuadro 23: Análisis de varianza de la hemicelulosa de la corteza versus niveles de fuste 59
Cuadro 24: Análisis de varianza de lignina de la madera versus niveles de fuste 61
Cuadro 25: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina de la madera 61
Cuadro 26: Análisis de varianza de lignina de la corteza versus niveles de fuste 62
Cuadro 27: Análisis de varianza de cenizas de la madera versus niveles de fuste 65
Cuadro 28: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas de la madera 65
Cuadro 29: Análisis de varianza de ceniza de la corteza versus niveles de fuste 67
Cuadro 30: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas de la corteza 67
Cuadro 31: Análisis de varianza de sílice de la madera versus niveles de fuste 69
Cuadro 32: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice de la madera 69
Cuadro 33: Análisis de varianza de sílice de la corteza versus niveles de fuste 71
Cuadro 34: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice de la corteza 71

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de los componentes químicos de madera y corteza de *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro) 40
Gráfico 2: Contenido de humedad promedio de la madera por niveles de fuste 41
Gráfico 3: Contenido de humedad promedio de la corteza por niveles de fuste 42
Gráfico 4: Contenido de extractivos de la madera por niveles de fuste 45
Gráfico 5: Contenido de extractivos de la corteza por niveles de fuste 48
Gráfico 6: Porcentaje de holocelulosa en la madera por niveles de fuste 50
Gráfico 7: Porcentaje de holocelulosa en niveles de fuste de la corteza 51
Gráfico 8: Porcentaje de celulosa en la madera por niveles de fuste 53
Gráfico 9: Porcentaje de celulosa de la corteza por niveles de fuste 55
Gráfico 10: Porcentaje de hemicelulosa de la madera por niveles de fuste 57
Gráfico 11: Porcentaje de hemicelulosa de la corteza por niveles de fuste 58
Gráfico 12: Porcentaje de lignina de la madera por niveles de fuste 60
Gráfico 13: Porcentaje de lignina por niveles de fuste de la corteza 62
Gráfico 14: Porcentaje de cenizas de la madera por niveles de fuste 64
Gráfico 15: Porcentaje de cenizas de la corteza por niveles de fuste 66
Gráfico 16: Porcentaje de sílice de la madera por niveles de fuste 68
Gráfico 17: Porcentaje de sílice de la corteza por niveles de fuste 70

En Anexo 1: Cuadros de datos para la determinación de los componentes químicos.

Cuadro 35: Contenido de humedad de la madera
Cuadro 36: contenido de humedad de la corteza
Cuadro 37: Extractivos en agua fría de la madera
Cuadro 38: Extractivos en agua fría de la corteza
Cuadro 39: Extractivos en agua caliente de la madera
Cuadro 40: Extractivos en caliente de la corteza
Cuadro 41: Extractivos en alcohol de la madera
Cuadro 42: Extractivos en alcohol de la corteza
Cuadro 43: Holocelulosa de la madera
Cuadro 44: Holocelulosa de la corteza
Cuadro 45: Celulosa de la madera
Cuadro 46: Celulosa de la corteza
Cuadro 47: Hemicelulosa de la madera
Cuadro 48: Hemicelulosa de la corteza
Cuadro 49: Lignina de la madera
Cuadro 50: Lignina de la corteza
Cuadro 51: Cenizas de la madera
Cuadro 52: Cenizas de la corteza
Cuadro 53: Sílice de la madera
Cuadro 54: Sílice de la corteza

En anexo 2: Índice de Iconografias

Gráfico 18: Pesado del aserrín.

Gráfico 19: Determinación de extractivos en agua caliente.

Gráfico 20: Determinación de extractivos en alcohol.

Gráfico 21: Extracción de lignina.

Gráfico 22: Mufla para extraer cenizas.

Gráfico 25: Extracción de sílice.

RESUMEN

Para el presente estudio de investigación se usó la madera y corteza de ***Septotheca tessmannii* Ulbr.** de dos zonas: La Comunidad Nativa Callería, ubicada en el río Callería y la Comunidad Nativa Puerto Belén, ubicada en el río Ucayali. Ambas comunidades pertenecientes al distrito de Callería e Iparía, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Las muestras de madera utilizadas proceden de cinco arboles a tres diferentes alturas, siendo altura dap (diámetro a la altura del pecho 1.30 m.) o basal, altura comercial media y alta o apical. Por otro lado los ensayos químicos fueron realizados en el Laboratorio de Transformación Química de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali.

Donde el objetivo general del presente estudio fueron contribuir al conocimiento a nivel básico de la composición química de la madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro), mientras que los objetivos específicos fueron: determinar el contenido a nivel básico de extractivos solubles en agua fría, en agua caliente y en alcohol presentes en la madera y corteza; determinar cuantitativamente a nivel básico el contenido de holocelulosa (celulosa + hemicelulosa), celulosa, lignina, cenizas y sílice presente en la madera y corteza.

Palabras claves: Palabras claves: ***Septotheca tessmannii* Ulbr.**, componentes químicos, madera y corteza, niveles longitudinales del fuste.

SUMMARY

For the present study of investigation there was used the wood and bark of Septotheca tessmannii Ulbr. of two zones: the Native Community Callería, located in the river Callería and the Native Community Port Bethlehem, located in the river Ucayali. Both communities belonging to the district of Callería and Iparía, Coronel Portillo province, region Ucayali. The samples of wood used come from five trees to three different heights, being a height dap (diameter at a height of the chest 1.30 m.) or basal, commercial average and high height or apical. On the other hand the chemical tests were realized in the Laboratory of Chemical Transformation of Forest Products of the Faculty of Forest and Environmental Sciences of Ucayali's National University.

Where the general aim of the present study they were to contribute to the knowledge to basic level of the chemical composition of the wood and bark of Septotheca tessmannii Ulbr. (Utucuro), whereas the specific aims were:
to determine the content to basic level of extractive soluble in cold water, in warm water and in alcohol present in the wood and bark; to determine quantitatively to basic level the content of holocelulosa (cellulose + hemicelulosa), cellulose, lignina, ashes and present silica in the wood and bark.

Key words: ***Septotheca tessmannii*** **Ulbr.**, chemical components, wood and bark, Longitudinal levels of the shaft.

INTRODUCCIÓN

La madera es una sustancia fibrosa, organizada, esencialmente heterogénea, producida por un organismo vivo que es el árbol. Sus propiedades y posibilidades de empleo son, en definitiva, la consecuencia de los caracteres, organización y composición química de las células que la constituyen. En forma general la madera está compuesta por celulosa, lignina, hemicelulosa (hidratos de carbono), resina, tanino y grasas en diferentes proporciones según el tipo de especie.

Conocer la composición química de las diferentes estructuras que conforman las especies maderables es un aspecto importante y necesario para encontrar alternativas de aprovechamiento de los beneficios económicos que las especies forestales proporcionan para las diferentes industrias (García, *et al.*, 2004).

Así se tiene que la celulosa, la hemicelulosa y la lignina actualmente tienen numerosas e importantes aplicaciones en la industria. También los otros componentes genéricamente llamados extractivos, si bien se encuentran en pequeñas cantidades, influyen determinantemente en algunas propiedades como la abrasividad, la durabilidad natural, el color, el olor, el sabor, etc. (León y Espinoza, 2001).

***Septotheca tessmannii* Ulbr.** (utucuro) es una especie poca conocida y con el estudio de su composición química nos permitirá obtener información importante en el proceso de promoción de especies arbóreas de poca difusión, lo que podría significar potenciales futuros de explotación de nuestros bosques y propiciar así el uso adecuado de especies representativas de éstos, como alternativas vigentes ante la sobre explotación y eminente extinción de árboles de valor comercial actual en nuestra región.

Por estas razones, el objetivo general del presente estudio fue contribuir al conocimiento a nivel básico de la composición química de la madera y corteza de ***Septotheca tessmannii* Ulbr.** (utucuro).

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema.

Una de las premisas en las que se basan los estudios acerca de las alternativas del uso de la madera y corteza es que no existe en Perú un conocimiento científico y analíticamente sustentado sobre las características, posibilidades y usos de la enorme variedad de especies forestales que existen en el país, y que ese desconocimiento dificulta el uso y el mercadeo de aquellas especies que no son actualmente utilizadas. El bosque ofrece variados productos maderables (madera para construcción, carpintería, postes, parquet, carbón y leña) y no maderables (productos medicinales, esencias para perfumería, fibras, semillas, resinas, látex, elementos para artesanía, material de construcción, recursos hidrobiológicos, entre otros). Es, asimismo, fuente de diversos servicios ambientales, la conservación de la biodiversidad y la belleza escénica, la fijación del carbono y la regulación del ciclo hidrológico, entre otros. El bosque es riqueza. Y aunque aún no se sabe aprovecharlo de la mejor manera, los negocios que surgen a su alrededor generan cada vez más riqueza (MINAM, 2011).

Para conocer la composición química es necesario realizar una caracterización química definiendo la composición de la madera en términos de compuestos elementos o moléculas identificables. Esto implica el aislamiento, la purificación y la caracterización de los constituyentes químicos de la madera. No obstante, la composición química de la madera no puede ser definida con precisión para un grupo de especies o cierta especie, dado que ésta varía dependiendo de la parte del árbol, tipo de madera, localización geográfica y condiciones de crecimiento. (Fengel y Wegener, 1984).

De acuerdo a algunas experiencias y conocimientos se conocen investigaciones de este tipo pero para especies como ***Septotheca tessmanii* Ulbr.** (Utucuro) no hay ese tipo de información, por lo que es un objetivo importante generar información sobre su composición química tanto de la madera como de la corteza en los niveles longitudinales de fuste, para encontrar usos más variados de esta especie, debido

a esto nos planteamos las siguientes interrogantes siendo algunas de las más importantes:

¿Existe variación de los componentes químicos a nivel básico de ***Septotheca tessmanii*** **Ulbr**. (Utucuro) en los diferentes niveles longitudinales de fuste tanto de madera y corteza?

¿Generar información sobre la composición química en corteza y madera a nivel básico de ***Septotheca tessmanii*** **Ulbr.** (Utucuro) en los tres niveles longitudinales de fuste?

En estas condiciones ***Septotheca tessmanii*** **Ulbr.** (Utucuro) es una especie forestal cuyo aprovechamiento podría fomentarse a través de la transformación química, lográndose el aprovechamiento integral al utilizar no sólo el fuste comercial sino también las ramas e incluso los residuos de transformación mecánica con alto valor agregado. Sin embargo no hay estudios de la composición química de esta especie.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. La especie.

A. Clasificación taxonómica.

Según Cavalcante, Luiz A. (2006):

NOMBRE CIENTIFICO: *Septotheca tessmannii* Ulbr.

FAMILIA: Malvaceae.

NOMBRE VULGAR: Utucuro.

B. Descripción de la madera en pie

INIA (1996) sostiene que es un árbol que alcanza los 40 m de altura y 90cm de diámetro; tronco cilíndrico, con aletones delgados, que pueden elevarse los 3 metros. Corteza en la parte de la superficie de color pardo grisáceo; corteza muerta leñosa que se desprende en placas largas o redondas, dejando cicatrices cóncavas, dando la apariencia de martillado. La corteza viva consta de tres capas, una externa fibrosa compacta, con fibras de color pardo rosado; una intermedia de color pardo oscuro; y una interna laminar, color pardo crema.

Posee hojas simples, alternas, con estipulas, de 40 a 55 cm de longitud incluyendo el pecíolo; laminas color verde oscuro y brillante por la cara superior, pardo verdoso por la parte inferior; nervios prominentes por ambas caras. Ramitas jóvenes cilíndricas, con lenticelas; son notorias las cicatrices de las hojas caídas.

Las flores dispuestas en manojos en los extremos de las ramitas; flores muy grandes, de color amarillento.

El fruto ovoide leñoso, de hasta 15cm de longitud; se abre longitudinalmente en 5 partes. Semillas aladas, abundantes. Albura susceptible al ataque de hongos e insectos.

C. Procedencia

INIA (1996) y Colán (1992) sostienen que la especie ***Septotheca tessmannii*** (utucuro) se localiza en selvas bajas inundables temporalmente, en las márgenes de los ríos Ucayali, Aguaytía, Utiquinia y Pachitea, así como en los lagos de Yarinacocha a una altitud de 120 a 150 msnm asociadas, forma principalmente manchales con especies tales como tangarana (***Triplaris americana)***, tamamuri (***Brosimum guianense***) y catahua (***Hura crepitans***)

D. Características organolépticas de la madera

Según: (INIA, 1996).

Color	:	Pardo claro.
Olor	:	No distintivo.
Sabor	:	No distintivo.
Lustre o brillo	:	Ausente.
Grano	:	Recto.
Textura	:	Media.
Veteado o figura	:	Poco definido, con líneas verticales vasculares pronunciadas y largas.
Dureza y peso	:	La madera es semidura y semipesado; peso específico básico medio, entre 550 y 750 kg / m^3.

E. Características macroscópicas y microscópicas

E.1. Anillos de crecimiento: (Corte X), muy poco diferenciados, con bandas claras e irregulares; en promedio de 9 anillos en 2.5cm y rango de 7 a 10.

E.2. Poros: visibles a simple vista; medianos; muy pocos: menos de 5 poros por mm; difusos, solitarios y múltiples radiales en mayor proporción. (Corte R Y T) Líneas vasculares visibles a simple vista, angostas, cortas o largas. En promedio 4 poros/mm, visibles a simple vista, predominantemente múltiples radiales de 2 a 3 y también solitarios de forma ovalada; clasificados como medianos con un diámetro tangencial promedio de 197 micrómetros. Presenta elementos vasculares clasificados como largos con una longitud promedio de 637 micrómetros; platina de perforación simple, poco inclinada; puntuaciones

intervasculares alternas de forma poligonal con abertura inclusa de forma redonda.

E.3. Parénquima Axial: (Corte X) Visibles con lupa; está lejos de los poros y tiene distribución difusa (apotraqueal difuso). En las secciones longitudinales, de 6-12 células por hilera, no estratificado, alargadas verticalmente con presencia escasa de cristales aislados de forma romboide.

E.4. Radios: Visibles con lupa; finos: de 1 a 3 células de ancho; numerosos: más de 12 radios por mm lineal. (Corte R Y T) Radios visibles a simple vista; no estratificados, pocos contrastados; grandes: mayores de 1 mm de altura; no presenta tamaños distintos. En la sección tangencial no estratificada, de altura promedio 1897 micrómetros, de 33 a 140 células de altura; con 3 a 5 células de ancho. En promedio 6 radios/mm, heterogéneos tipo II. Presentan puntuaciones radiovasculares similares a las intervasculares. Presencia de gomas.

E.5. Fibras

Libriformes, no estratificadas, clasificadas como muy largas con longitud promedio de 2372 micrómetros y espesor de pared de 6 micrómetros. Revisando su estructura anatómica podemos señalar que la madera de utucuro no tiene valor decorativo por la ausencia de vetas o figuras llamativas, en razón de caracterizarse por sus anillos de crecimiento poco demarcados, su textura media y carencia de brillo. Teniendo en cuenta la presencia de poros libres de tilosis, así como sus elementos vasculares largos y placas de perforación simple, puede esperarse que la madera no presente restricciones en cuanto al movimiento de fluidos en su interior, lo cual supone un buen comportamiento al secado y también a la impregnación. Por la ausencia de componentes minerales como sílice y cristales, podemos intuir que la madera sea trabajada fácilmente en las diversas operaciones de labrado mecanizado, sin causar desgaste en el filo de las herramientas de corte.

F. Propiedades Físicas

Densidad básica	: 0.61 (gr/cm 3)
Contracción tangencial	: 5.38%
Contracción radial	: 3.09%
Contracción volumétrica	: 6.57%
Relación T/R	: 2.01

G. Características tecnológicas

Cámara Nacional Forestal (1996) menciona que el utucuro es una madera moderadamente susceptible al ataque biológico; secado requiere programa moderado a suave; trabajabilidad moderada.

H. Utilidad

Carpintería de obra (panelería, puertas, ventanas, marcos, zócalos, cielo razo, etc), estructuras (columnas, vigas y viguetas) y encofrados.

I. Recomendaciones técnicas

Chavesta (1996) menciona que la descripción anatómica de la madera de ***Septhoteca Tessmannii*** (utucuro), permite intuir un buen comportamiento a la preservación y secado; así como una fácil trabajabilidad sin problemas en el desgaste del filo de las herramientas cortantes. La madera en estudio se distingue por sus propiedades físico-mecánicas medias o moderadas. Los valores promedio de resistencia mecánica se consideran confiables para la determinación de los esfuerzos admisibles respectivos.

Las características anatómicas y físicas, unidas a su resistencia mecánica permiten pronosticar los siguientes usos: carpintería de obra (panelería, puertas, ventanas, marcos, zócalos, cielo raso, entre otras), estructuras (columnas, vigas y viguetas) y encofrados.

Es recomendable completar la investigación de esta madera en los campos de la durabilidad natural, preservación, secado y trabajabilidad, a fin de consolidar sus oportunidades como material de construcción.

2.1.2. Estudios de los componentes químicos en las especies.

Fonseca, M. (2006) caracterizó químicamente la madera de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, de seis años de edad, procedente de la Finca Río Frío, situada en el municipio de Tactic, del departamento de Alta Verapaz. Los ensayos químicos realizados son los siguientes: Preparación de madera libre de sustancias extraíbles según norma ANSI/ASTM D1105-56, Determinación de Alfa Celulosa en madera según norma ANSI/ASTM D1103-60, Lignina en madera según norma ANSI/ASTM D1106-56, Cenizas en madera según norma ANSI/ASTM D1102-56, taninos en madera según método de tara en vaina y contenido de humedad en base húmeda. Se analizaron nueve árboles a tres diferentes alturas, siendo altura dap (diámetro a la altura del pecho 1.30 m.) o basal, altura comercial media y alta o apical. Se obtuvieron los resultados: la celulosa entre un 46% y 59% en peso, la lignina entre 22% y 34%, las sustancias extraíbles entre 6% y 12%, los taninos puros entre 0.05% y 0.18%, y las cenizas entre 0.1 y 0.7%. La concentración de celulosa, lignina, sustancias extraíbles, taninos, cenizas y contenido de humedad no varían significativamente en función de la altura en que se extrae la muestra. Lo que indica que, para esta especie, en cualquier parte del árbol se pueden encontrar en una cantidad similar.

Paz, F. (2008) realizó la caracterización química de la madera de melina (*Gmelina arborea*Roxb.) , de una finca ubicada en Morales, Izabal. La muestra fue de nueve árboles, de los cuales se hicieron tratamientos de tres diferentes alturas para cada árbol; siendo éstas la altura basal (DAP = diámetro a la altura del pecho = 1.3 m), media y alta o apical. Para ello se realizaron los siguientes ensayos basados en las normas especificadas: determinación de celulosa en madera según norma ANSI/ASTM D1103 – 60, lignina en madera según norma ANSI/ASTM D1106 – 56, madera libre de sustancias extraíbles según norma ANSI/ASTM D1105 – 56, taninos según

método tara en vaina y cenizas en madera según norma ANSI/ASTM D1103 – 60. De los ensayos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados: Celulosa entre 50 y 67% en peso, lignina entre 20 y 31 %, extraíbles entre 8 y 14 %, taninos entre 0.47 y 1.7 %, cenizas entre 0.4 y 1.2%. Además, se determinó que el porcentaje de los distintos componentes no tienen diferencia significativa respecto a la altura del árbol, lo cual significa que podemos tomar cualquier parte del mismo sin variar las composiciones.

Cordero, E. (2006) menciona que se estudió comparativamente la composición química de la corteza *de Eucaliptus saligna* Smith, *Corymbia citriodora* y *Eucaliptus pellita* F. Muell a tres alturas del fuste comercial (25%; 55%; 85%) en muestras procedentes de las Empresas Forestales Integrales (EFI) de Macurije y Guanahacabibes en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Los resultados obtenidos de la composición química se procesaron mediante el programa estadístico SPSS para Windows, donde no todas las variables analizadas mostraron influencias estadísticas en la caracterización química de la corteza de estas especies. Los resultados manifiestan una mejor agrupación con respecto a la especie que a la altura del fuste comercial entre las especies, mostrando la gran variabilidad de la composición química de la corteza entre estas especies. La corteza de *E. saligna* Smith presenta los mayores contenidos de sustancias solubles en agua a 95°C, etanol al 95%, holocelulosas, sustancias solubles en NaOH al 1% y en hexano, seguido del *Corymbia citriodora* y el *E. Pellita* F. Muell, siendo la especie más atractiva desde el punto de vista químico para ser utilizada en la Industria como fuente de taninos.

Amador, J. (1998) sostiene que se llevó a cabo un análisis químico para determinar los principales componentes químicos de cinco especies de encinos del estado de Puebla. Las especies estudiadas fueron *Quercus affinis, Q. crassifolia, Q. glabrescens, Q. mexicana* y *Q. laurina*. Para cada una se determinaron los contenidos de celulosa, lignina, pentosanos, extractivos solubles en etanol-benceno, ceniza, sílice y taninos en una mezcla de madera de albura-duramen. También se determinaron los contenidos de extractivos y sílice en madera de albura y duramen, asimismo el contenido de taninos en

la corteza fue determinado. Las cantidades de componentes químicos presentes en la mezcla de madera de albura y duramen de las especies se encuentran en el rango de 54.24 a 56.72% para la celulosa, de 19.84 a 22.35% para la lignina, de 18.37 a 21.64% para los pentosanos, de 3.84 a 5.24% para los solubles en etanol-benceno, de 0.87 a 1.38% para la ceniza, de 0.0040 a 0.0096% para el sílice, y de 1.17 a 3.46% para los taninos. Los contenidos de solubles en etanol-benceno y de sílice fueron más altos en la madera de duramen que en la madera de albura de las cinco especies. El contenido de taninos también fue más alto en las cortezas (7.4-10.4%) que en las mezclas de madera de albura-duramen. El análisis de la varianza de los resultados indican que los componentes químicos varían significativamente ($P < 0.05$) entre las especies y el tipo de madera.

Al estudiar la composición química de madera y corteza de *Picea orientalis* (L) Link en Turquía se encontró que el contenido de extractivos lipofílicos en madera se encuentra entre 0,4 - 0,6 %, mientras que en la corteza es de 4,5 - 6,4 % (Hafizoglu, 1997).

Así mismo Carballo, L. (1990) manifiesta que los componentes inorgánicos o sustancias minerales (sílice), varían en el árbol en dependencia de la parte que se estudie: Altos contenidos pueden encontrarse en las hojas, ramas, corteza, raíces, por lo que es común encontrar diferencias entre las maderas de latifolias y las de coníferas; diferencias existen entre la madera joven y la tardía. Las condiciones del suelo y la edad influyen en los contenidos de sustancias minerales.

En cuanto a los componentes de la pared celular, encontró una ligera disminución con la altura del contenido de celulosa, corroborando los resultados alcanzados por Pereira, H., (1991), publica un comportamiento similar, al estudiar la misma especie a diferentes alturas del fuste, a diferentes edades y en diferentes sitios, encontrando un aumento de las sustancias extraíbles y ligeras variaciones de los componentes de la pared celular con la edad del árbol, pero pequeñas variaciones a lo largo del fuste.

En el cuadro 1 se dan algunos resultados de análisis sumativos de maderas de la Mesopotamia Argentina, se muestra que la mayor diferencia está en los extractivos en agua caliente.

Cuadro 1: Análisis químicos de maderas de dos especies de eucalipto

DETERMINACIONES	Eucalyptus grandis	Eucalytptus globulus
Soluble en alcohol-benceno(T204 cm-97)	1,81	1,6
Soluble en agua caliente (T207 cm-99)*	1,2	1,9
total de extractivos	3,01	3,5

Fuente: Eduardo, C., 2008.

Por otro lado Monteoliva, S. et al. (2002) en un estudio realizado en una plantación comercial de *Eucalyptus globulus* de 7 años de edad, detallan los contenidos de extractivos en alcohol benceno, agua caliente y celulosa de los 10 árboles muestreados; encontrando así un promedio de 2,11% de extractivos en alcohol, 2,05 en agua caliente.

Así mismo en el Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad de Costa Rica se ha realizado la caracterización química de muestras de Teca provenientes de Colorado de Abangares, Guanacaste, Costa Rica, con una edad de 17 años; a diferentes alturas del árbol: zona basal, zona media y zona distal; los resultados se muestran en el cuadro 2. (Abarca y Blanco, 2003).

Cuadro 2: Composición química de *Tectona grandis* (teca) a distintas alturas del fuste.

	Compuestos esenciales		Compuestos secundarios	
Muestra	Holocelulosa	Lignina	Extractos totales	Inorgánicos
Basal	57,2	31	11,6	0,2
Medio	52,6	31,6	14,3	1,5
Apice	54,3	32,1	13,5	0,1

En un estudio realizado por Trujillo (2008), sobre los extractos de Coumarauna odorata (shihuahuaco), tanto en aserrín y corteza; determino que existe un

gran diferencia en cuanto a extractivos solubles en agua fría en la corteza con un promedio de 12,29%, mientras que en la madera solo llego a 2,74%. De igual manera con los extractos en agua caliente es en la corteza donde se encuentra en mayor cantidad con un 16,12% mientras que en la madera llego solo a 3,5%. Pero en cuanto a los extractos en alcohol, es en la madera donde se encuentra en mayor cantidad con 12,02% pero esto no difiere mucho con lo obtenido en la corteza que es 10,45%.

Orea I. (2006), deduce que es en la corteza donde se encuentra el mayor contenido de sustancias extraíbles y sustancia minerales; y que no hay manifestación con respecto a la altura del fuste. Tal como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3: Composición química de la corteza de *Corymbia citriodora* a tres alturas del fuste.

H. fuste	Componentes químicos						
	Extractivos			lignina	celulosa	hemicelulosa	Ceniza
	agua al ambiente	agua a 95°c	alcohol 95%				
Base (25%)	11,44	12,42	12,58	18,36	61,8	19,74	4,47
Medio (55%)	11,75	14,61	12,9	20,52	64,42	15,08	4,89
Ápice (85%)	12,85	14,32	13,5	20,62	62,55	17,15	4,58

Jolkin (1989) reporta un 7,5 % de sustancias solubles en etanol para corteza de pino. Por su parte, Bedrin (1987), estudió la composición en sustancias extractivas para la corteza de madera de *Pinus pinaster*, y reporta que en la corteza que ha sido obtenida a partir de madera descortezada de forma mecanizada se encuentra 8,0% de sustancias solubles en agua; 8,1% de sustancias solubles en éter etílico y 8,6% de sustancias solubles en bencina, así como valores muy superiores para corteza que ha sido separada manualmente.

En Cuba, ha sido reportado por Martínez (1983) rendimientos de taninos de corteza de *Pinus caribaea* de 8,29% y de *Pinus cubensis* de 10,19%. La obtención de taninos es prácticamente el uso de la corteza más difundido en el mundo.

Resultados del proyecto "Usos alternativos de corteza de anacardiáceas" en Argentina, demuestran que la corteza forestal productora de taninos representa el 20% del volumen total del tronco del árbol y que actualmente es desaprovechado (Giménez, 1995).

En la región de Santiago del Estero estudiaron la composición química de la corteza de *Prosopis alba* para explicar el comportamiento de esta especie frente al ataque de coleópteros y reportan los siguientes resultados: 10,7% de sustancias extraíbles en alcohol-tolueno y 19% de sustancias extraíbles en agua (Belluomini, 1995). Sea cual fuere el sistema de disolventes utilizado, el contenido de sustancias extraíbles de la corteza es elevado, lo cual demuestra que esta es una fuente de fitoquímicos muy prometedora.

En su estudio de los componentes químicos de madera y corteza de sangre de grado (*Croton* lechleri), Fachín (2009) encontró 43.72% de celulosa en la madera y 35.93% en la corteza, 16.40% de hemicelulosa en la madera y 12% en la corteza, 27.34% de lignina en la madera y 29.93% en la corteza, 3.82% y 6.24% de extractivos en agua fría en madera y corteza respectivamente; los extractivos en agua caliente fue 4.66% en madera y 7.13% en corteza; y los extractivos en alcohol fue de 6.67% en madera y 8.95% en corteza, 1.02% de cenizas en la madera y 2.23% de cenizas en la corteza, 0.74% de sílice en la madera y 0.64% en la corteza.

Por su parte Guevara (2009) en su estudio de los componentes químicos de la madera y corteza del caimitillo reporta 42.41% de celulosa en la madera y 27.33% en la corteza, 18% de hemicelulosa en la madera y 21.90% en la corteza, 32.35% de lignina en la madera y 31.90% en la corteza, 0.87% y 2.21% de extractivos en agua fría en la madera y corteza respectivamente; mientras que los extractivos en agua caliente fue 1.16% en madera y 3.19% en corteza; y los extractivos en alcohol fue de 1.79% en madera y 5.23% en

corteza, 2.37% de cenizas en la madera y 6.57% en la corteza, 0.98% de sílice en la madera y 1.57% en la corteza.

En su estudio del contenido tánico de 5 especies forestales realizada por Tezén (2006) encontró que la corteza de caoba (*Swietenia macrophylla*) tiene un promedio de 5.8% de taninos, manchiche (*Lonchocarpus phaseolifolius B.*) 5.34%, pucte (*Terminalia hayesii* P) 4.38%, cedro (*Cedrela odorata* L.) 2.39% y santa maría (*Calophyllum brasiliense* C.) 1.99%.

Por parte Marroquín (2008) en su estudio del contenido de taninos en la corteza de 4 especies forestales de Guatemala encontró promedios de 0.553% en la teca (*Tectona grandis* L.f.), 0.432% en la melina (*Gmelina arborea* Raxb.), 0.522% en el ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) y 0.801% en el palo blanco (*Cybistax donell-smithii*).

En su trabajo de investigación de la composición química de pino candelillo (*Pinus maximinoi H. E. Moore*), Fonseca (2006), encontró que el porcentaje de tanino varía de 0.05% a 0.18%.

2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. El árbol

Es un ser viviente que nace, crece, envejece y muere. Se compone de dos partes principales: una subterránea y otra exterior. La parte subterránea, es la raíz, que está compuesta de tronco, cuello y raicillas. La raíz no sólo sostiene la planta fijándola en el suelo, sino que la sustenta, es decir, la alimenta.

La parte exterior de la planta la forman: el tronco, las hojas y las flores. El tronco es la parte más utilizada de la madera. Su desarrollo depende del clima, de la riqueza del suelo y del número de árboles que la rodean (Biblioteca Profesional E.P.S, 1965).

2.2.2. Estructura de la madera

A. Estructura del tronco

Según Biblioteca Profesional E.P.S (1965), en la sección transversal del tronco, de adentro hacia afuera, se distinguen cinco partes, que son:

1. Meollo o médula. Capa esponjosa que la rodea, constituye el corazón del árbol.
2. Duramen o madera propiamente dicha. Está constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia.
3. Albura o madera joven. Rodea la masa de la madera perfecta. Estando en período de elaboración, es menos dura y coloreada que el duramen.
4. Líber. Es una película o tejido muy delgado. Envuelve la albura y sirve para la conducción de la savia descendente.
5. Corteza. Tejido impermeable que recubre el líber, y sirve de protección a la planta.

B. Estructura de la madera

Según PADT – REFORT/JUNAC (2000), la parte maderable del árbol tiene tres funciones básicas que son las siguientes: conducción de agua, almacenamiento de sustancias de reserva, y resistencia mecánica. Para cumplir con estas funciones en la madera, se distinguen tres tipos de tejidos: tejido vascular (de conducción), tejido parenquimático (de almacenamiento) y tejido fibroso (de resistencia). Se llaman elementos prosenquimáticos a todas aquellas células alargadas y de paredes alargadas y de paredes engrosadas, principalmente relacionadas con la conducción y la resistencia mecánica; en cambio se llaman elementos parénquimáticos a aquellas células cortas y de paredes relativamente delgadas que tienen la función de almacenamiento y distribución de las sustancias de reserva.

En el tronco existen dos grandes sistemas de elementos xilemáticos. El sistema longitudinal, formado por elementos prosenquimáticos (elementos vasculares, fibras o traqueidas) y elementos parenquimáticos; y el sistema transversal, constituidos principalmente por elementos parenquimáticos.

C. Contenido de humedad de la madera

Según PADT – REFORT/JUNAC (2000) la madera contiene agua bajo tres formas: agua libre, agua higroscópica y agua de constitución. El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares. El agua higroscópica se halla contenida en las paredes celulares. El agua de constitución se encuentra formando parte integrante de la estructura molecular.

El contenido de humedad (CH) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra ó al peso húmedo de la madera.

Existen dos valores del contenido de humedad que son particularmente importantes, al primero se le llama Punto de Saturación de las Fibras (PSF) y es el contenido de humedad que tiene la madera cuando ha perdido la totalidad de agua libre y comienza a perder el agua higroscópica. Al segundo se le llama Contenido de Humedad de Equilibrio (CHE) cuando la madera expuesta al aire, pierde parte del agua higroscópica hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa del aire.

Fonseca (2006) sostiene que la humedad es la propiedad más importante, pues influye sobre todas las demás, en mayor o menor aptitud para su elaboración, estabilidad dimensional y resistencia al ataque de seres vivos. El agua es el vehículo de transporte que utilizan las plantas para su alimento, esto, unido a la higroscopicidad de la madera, hace que tenga normalmente en su interior un volumen variable de agua, que es necesario conocer antes de su uso, debido a las modificaciones que produce en las características físicas y mecánicas.

La higroscopicidad hace que la madera en condiciones normales de uso siempre contenga un volumen de agua en las paredes de las células que la conforman pero además y lo más importante, es que la variación del contenido de agua tiene grandes implicaciones en las demás propiedades como son la resistencia mecánica, aptitud para el trabajo con máquinas y herramientas, aptitud para recibir acabados y adhesivos, el poder calorífico que puede generar, resistencia al ataque de hongos cromógenos que producen la mancha azul y xilófagos que producen pudrición, en el peso y, sobre todo, en los cambios dimensionales que experimenta la madera a consecuencia precisamente de la variación en el contenido de humedad. La madera en servicio presenta un contenido de humedad que generalmente oscila entre 6 y 18 % en base seca, dependiendo del tipo de uso, de si está expuesta a la intemperie y dependiendo de la época del año; dicha variación de humedad en la madera puede ocasionar, entre otros aspectos, los inconvenientes o

problemas en un mueble si no se encuentra la madera a su contenido de humedad en equilibrio.

2.2.3. Composición química de la madera y corteza

A. Composición química de la corteza

Corteza, es la parte externa de la raíz, tallo y ramas de las plantas, que se separa con mayor o menor facilidad de la porción interna más dura. En lenguaje estrictamente botánico hay que distinguir en primer término entre corteza primaria y corteza secundaria (Font Quert, 1975). Alcanza alrededor de 10 - 15% del peso total del árbol. Por regla general es lisa y delgada en los árboles jóvenes, y gruesa, rugosa y áspera en los árboles viejos. El color puede ser pardo o pardo rojizo, más o menos oscuro (Martínez, 1992). Está compuesta por varios tipos de células y su estructura es compleja comparada con la de la madera. Varía en dependencia de la especie y además depende de algunos factores como la edad, condiciones de crecimiento del árbol, etc. Puede dividirse en interna o viva (floema) y externa o muerta (Jolkin, 1989). La capa externa es cerosa e impermeable y se va endureciendo progresivamente. Constituye una barrera física y química contra microorganismos y agentes externos, modera la temperatura en el interior del tronco y reduce la pérdida de agua (Chacalo, 1993).

La composición química de la corteza es complicada, varía para diferentes especies de árboles y depende, además, de los elementos morfológicos. Aunque en diferente proporción, la corteza posee los mismos constituyentes que la madera.

A.1. Fracción fibrosa.

La fracción fibrosa es químicamente similar a las fibras de madera y consiste en polisacáridos (celulosa y hemicelulosas) y lignina.

Polisacáridos. Predomina la celulosa, que se encuentra en más de un 30%. Las hemicelulosas están contenidas en la corteza en menor cantidad que en la madera (4 - 15%). Los hidrolizados de polisacáridos fácilmente hidrolizables de corteza contienen: D-galactosa, D-manosa, L-arabinosa y ácidos urónicos

como las correspondientes maderas, pero en diferente proporción (Díaz, 1986; Cartagena, 1994) citados por Márquez (2002).

Lignina. Además de hemicelulosas, la corteza contiene otros polisacáridos fácilmente hidrolizables como almidón (0 - 6%) y sustancias pectínicas. En la capa interna de la corteza de coníferas la protopectina se encuentra entre 15 - 25% y en latifolias, de 5 - 11% (Sharcov, 1972)

La corteza contiene un porcentaje relativamente elevado de componentes que no son carbohidratos, como lignina, suberina, taninos, flavofenos y otros compuestos de carácter fenólico. El contenido de lignina es de 15 - 30% para corteza libre de extraíbles, en coníferas. Existe además un contenido elevado de suberina en la capa externa, entre 20 - 40% (Sharkov, 1972).

A.2. Extractivos.

Los extractos son compuestos solubles en diferentes solventes, por ejemplo: en alcohol-benceno se solubilizan ceras, grasas y resinas; en agua fría, taninos, gomas, azúcares, materiales colorantes y en agua caliente los almidones. Pueden clasificarse en ácidos volátiles, aceites esenciales, ácidos resinosos y polifenoles (Abarca y Blanco, 2003).

Por su parte Panduro (2009) menciona que el agua caliente solubiliza, sales minerales, taninos, almidón, gomas, galactanos, sustancias pécticas y reductoras que pueden prevenir estas últimas de fracciones muy fácilmente hidrolizables pero que en la mayoría de los casos no son azucares verdaderos. Ciertas sustancias solubles en alcohol lo son también, al menos parcialmente en agua caliente, por lo que la extracción debe efectuarse sobre muestra previamente extraída con alcohol benceno.

Orea I. (2006), deduce que es en la corteza donde se encuentra el mayor contenido de sustancias extraíbles y sustancia minerales; y que no hay manifestación con respecto a la altura del fuste.

Se dividen en hidrofílicos y lipofílicos, aunque no existe una barrera distintiva entre ellos. Su contenido es mayor que en la madera. Representan entre 20 -

40% de masa seca de la corteza. La fracción lipofílica está constituida por sustancias solubles en disolventes apolares (éter etílico, diclorometano, etc.) como grasas, ceras, terpenos, terpenoides y alcoholes alifáticos superiores. La fracción hidrofílica está constituida por sustancias extraíbles en agua o por disolventes orgánicos (acetona, alcohol etílico, etc.) y contiene gran cantidad de constituyentes fenólicos. Muchos de ellos, especialmente los taninos condensados, sólo pueden ser extraídos como sales con disoluciones diluidas de álcalis. Los flavonoides monoméricos como quercetina e hidroquercetina también están presentes en la corteza. En menor cantidad se encuentran carbohidratos solubles, proteínas, vitaminas, etc. (Sharkov, 1972).

Es conocido que los componentes fenólicos y terpenoides presentan propiedades antifúngicas, antibióticas, antioxidantes, alelopáticas y otras (Sattler, 1993). Estos compuestos tienen ganada reputación por su actividad en las plantas, como el control al ataque de insectos y a enfermedades microbianas.

Minerales

Los minerales, expresados como cenizas, alcanzan hasta un 5 %. Para corteza de pino, este valor se encuentra entre 1,4 - 2 %. Los metales se presentan como sales que incluyen oxalatos, fosfatos, silicatos, etc. (SJöstrom, 1981). Las variaciones en las sustancias minerales se pueden deber a la humedad no detectada en la madera y a fertilidad del suelo donde se desarrolla la planta (Dadswell, 1962).

B. Composición química de la madera.

La madera es una mezcla de tres polímeros naturales: celulosa, lignina y hemicelulosas, que guardan una relación aproximada de 50:25:25, según la especie, las variaciones biológicas, tales como las diferencias genéticas que pueda haber dentro de una especie, y las condiciones de crecimiento. La celulosa y las hemicelulosas son polímeros de hidratos de carbono formados a partir de moléculas de monosacáridos, y la lignina es un polímero de unidades fenilpropánicas (Browning, 1967).

Según Reina (2006) químicamente la madera es una sustancia compleja, la cual está formada esencialmente de celulosa, polisacáridos y lignina. La madera es en sí una sustancia química heterogénea, existiendo una marcada diferencia entre las diferentes especies que existen.

La madera constituye el tejido de sostén y comunicación del árbol. Con el fin de servir a estas funciones, alrededor del 90% del tejido de la madera está formado por células largas y fuertes de paredes relativamente gruesas y que una vez separadas unas de otras son fibras muy apropiadas para la fabricación de papel (Panduro, 2009).

El tejido de la pared de la célula esta químicamente formado por una mezcla compleja de polímeros. Estos polímeros pueden clasificarse en dos grupos, los polisacáridos y la lignina. Los polisacáridos de la madera se conocen colectivamente como holocelulosa, nombre que indica la totalidad de los hidratos de carbono celulósicos. La holocelulosa representa del 70% al 80% del tejido de la madera no extraíble y la lignina el resto (Panduro, 2009).

La holocelulosa está formada por celulosa y una mezcla de otros polisacáridos, conocidos con el nombre de hemicelulosa, esta es una mezcla de polímeros de cadena corta formada por los anhídridos de xilosa, arabinosa, glucosa, manosa y galactosa y en los que la especie preponderante es el xilano. La celulosa constituye el armazón de las paredes de la célula de las fibras de madera y es químicamente muy resistente, mientras que las hemicelulosas poseen una resistencia relativamente baja frente a los ácidos y álcalis (Panduro, 2009).

La madera está compuesta de forma general por tres grupos de sustancias, las que conforman la pared celular, donde se encuentran las principales macromoléculas, celulosa, poliosas (hemicelulosas) y ligninas, que están presente en todas las maderas; el otro grupo lo conforman las sustancias de baja masa molar conocidas también como sustancias extraíbles que se encuentran en menor cantidad, y las sustancias minerales. La proporción y composición química de la lignina y las poliosas difiere para las maderas de coníferas y latifolias, mientras que la celulosa es uniforme en composición en todas las maderas (Browning, 1967; Fengel y Wegener, 1984).

La madera está formada por componentes estructurales y no estructurales, los estructurales son los que componen la pared celular y los no estructurales son denominados como sustancias extraíbles (Bland, 1985).

La proporción de estos componentes varía con la especie, entre la madera de árboles de la misma especie y en diferentes partes del propio árbol, en la madera de la albura y duramen, en dirección radial y longitudinal (Fengel y Wegener, 1984)

Los parámetros edafoclimáticos influyen en la composición química, así, se presentan diferencias entre maderas que provienen de zonas templadas con las que provienen de zonas tropicales (Fengel y Wegener, 1984).

Cada uno de estos componentes presenta distintas estructuras químicas. Sus proporciones, en los vegetales leñosos, comprende los siguientes rangos de valores: lignina, entre 25 y 35% (maderas blandas), entre 17 y 25% (maderas duras); celulosa, entre 40 y 45%, prácticamente igual tanto para maderas duras que para maderas blandas); hemicelulosa, 20% (maderas blandas), entre 15 y 35% (maderas duras) (Díaz, 1986; Cartagena, 1994, citados por Márquez, 2002)

B.1. La celulosa.

La celulosa es el homopolisacárido que se encuentra en mayor proporción en la madera, es una estructura básica de las células de las plantas y la sustancia más importante producida por este organismo vivo (Marx- Figini, 1964), siendo el principal componente de la pared celular. (Fengel y Wegener, 1984).

La celulosa presenta un alto grado de cristalinidad, pero no es 100% cristalina, dependiendo de la materia prima de donde proviene. La presencia de hemicelulosas en la celulosa de las maderas parece causar disturbios en la cristalinidad. Cuanto más cristalina es la celulosa mayor es su densidad. (Browning, 1967).

La estructura cristalina de la celulosa de la madera ha sido estudiada por análisis de difracción de rayos X y métodos basados en absorción de luz Infrarroja polarizada. Mediante los espectros Infrarrojo de la celulosa se puede

obtener información sobre los cambios estructurales de la celulosa oxidada, u obtenida por diferentes métodos (Higgins y McKenzie, 1958; Browning, 1967)

La cristalinidad de la celulosa se encuentra en función de la gran cantidad de puentes de hidrógeno, hecho que además explica por qué la celulosa no es soluble en los sistemas de solventes usuales. Ella es la responsable de determinadas propiedades físicas y mecánicas de las maderas por constituir el material de sostén del árbol, dándole resistencia y tenacidad (Coronel, 1994)

Los análisis térmicos realizados a la celulosa en muchos casos han sido relacionados con el empleo de la madera y los materiales celulósicos, con fines energéticos y como una materia prima importante en la Industria química de los derivados. Los análisis térmicos realizados con más frecuencia a este tipo de material, son los relacionados con el Análisis Térmico gravimétrico (TG), Análisis Térmico Diferencial (DTA) y la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). (Hirata y Nishimoto, 1991; Márquez, 1999).

B.2. Las hemicelulosas.

Las poliosas o hemicelulosas son heteropolisacáridos de alta masa molar, que se encuentran constituidos por diferentes unidades de monosacáridos: pentosas, hexosas y ácidos urónicos, enlazados entre sí por enlaces glicosídicos, formando estructuras ramificadas y en general amorfas. Pueden ser clasificadas como pentosanos y hexosanos, aunque también se clasifican en dependencia de su origen, su composición estructural y solubilidad en álcalis (Tanner y Loewus, 1981).

Fengel y Wegener (1984) indica que las hemicelulosas se encuentran asociadas con la celulosa mediante fuertes interacciones polisacárido – polisacárido. El contenido de poliosas varía radialmente en la madera aumentando hacia el centro y variado en su composición de azúcares. El tipo y contenido de hemicelulosas presentes en la madera varía con la especie, la edad, parte del árbol, y en muchas especies su regularidad está relacionada con criterios taxonómicos.

El mismo autor señala que las hemicelulosas de las coníferas no son las mismas que las de las latifolias, siendo las de las coníferas más complejas. Diferencias existen también entre las hemicelulosas del tronco, de las ramas, de las raíces y de la corteza del propio árbol, así como diferencias en cuanto a contenido y composición entre la madera de compresión, tensión y normal.

En las maderas de fibra corta o latifolias, sólo pueden separarse dos tipos de hemicelulosa en cantidades significativas y por extracción alcalina directamente de la madera, ellas son los xilanos y los arabinogalactanos. (Sjöström, 1981)

Las hemicelulosas son importantes en la madera y su localización cobra singular significación, pues todas las células contienen de 50-60% de carbohidratos a excepción de las células del parénquima de las latifolias que pueden llegar a poseer hasta 80% de O-acetil-4-O-metilglucuronoxilano.

B.3. La lignina.

Las ligninas son fracciones no carbohidratadas de la madera libre de extraíbles, extremadamente complejas y difíciles de caracterizar. Constituyen un polímero aromático, heterogéneo, ramificado, donde no existe ninguna unidad repetida definidamente. Las ligninas de la madera se clasifican en lignina de madera de coníferas, lignina de madera de latifolias. (Carballo, 1990).

La madera de coníferas presenta ligninas del tipo G-H con 85-90% de unidades aromáticas de guayacil mientras que la madera de las latifolias presenta ligninas del tipo G-S en razón de 1:5 aproximadamente. (Carballo, 1990).

La composición de la lignina, depende de muchos factores, entre ellos, el método utilizado para aislarlas, la especie que se estudie, la edad, parte del árbol, condiciones ambientales en que se ha desarrollado el árbol, etc. Esta sustancia da a la pared celular una gran resistencia, dureza e impermeabilidad, lo que va a permitir en futuras aplicaciones, desarrollar sobre ella un proceso regulado de gasificación y la creación de poros, obteniéndose carbón activado (Abarca y Blanco, 2003).

Esta sustancia amorfa es localizada como componente de la lámina media y también en la pared secundaria. Durante el desarrollo de la célula, la lignina es incorporada como último componente de la pared celular interpenetrando las fibrillas y fortaleciendo la pared celular (Fengel y Wegener, 1984).

La lignina no puede ser descrita como una simple combinación de uno o varios monómeros o uno o varios tipos de cadenas como es el caso de la celulosa. Su estructura es rígida como modelo material. Sakakibara (1980), describió un modelo para la lignina de maderas blandas. Este demuestra una sección con 28 unidades de C_9 con elementos estructurales alternativos avalados por datos analíticos.

Sakakibara (1980), indica que la separación de la lignina conlleva una degradación de su estructura por lo que resulta difícil obtener una lignina idéntica a la que se encuentra en la madera (lignina nativa) aunque la separación cuidadosa de la lignina se considera representativa de la lignina total en la madera.

El más reciente modelo de lignina es el expresado por Glasser (1981). Este modelo comprende 94 unidades correspondiendo a la masa molar total de más de 17000 y es basado en un amplio rango de determinaciones analíticas.

B.4. Componentes extraíbles

Existen numerosos compuestos que pueden tener gran influencia en las propiedades y calidad de la madera, aunque ellos contribuyan sólo en algún porcentaje en la masa total de la madera. A este grupo de compuestos se les denomina comúnmente sustancias extraíbles de la madera. Los componentes químicos aquí presentes son de diferentes clases y pueden ser divididos a su vez, y de forma más simple en componentes orgánicos y componentes inorgánicos, siendo estos últimos en los que se puede encontrar ciertos iones metálicos que son esenciales para el normal desarrollo del árbol. Entre los compuestos orgánicos se pueden encontrar hidrocarburos alifáticos y aromáticos, alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, ácidos alifáticos, ceras, glicéridos, y compuestos nitrogenados (Fengel y Wegener, 1984)

B.5. Componentes inorgánicos

Los componentes inorgánicos o sustancias minerales, varían en el árbol en dependencia de la parte que se estudie: Altos contenidos pueden encontrarse en las hojas, ramas, corteza, raíces, por lo que es común encontrar diferencias entre las maderas de latifolias y las de coníferas; diferencias existen entre la madera joven y la tardía. Las condiciones del suelo y la edad influyen en los contenidos de sustancias minerales, según plantea Carballo (1990).

El SiO_2 es un compuesto inorgánico, siempre de coloración blanca, que se ve a simple vista y para poder verlo se hacen cortes tanto radial, tangencial y oblicua en la madera y lo observamos como una mancha blanca a manera de polvo de tiza, puede estar en forma insoluble, soluble y coloidal. La cantidad de sílice presente en la madera no llega al 1%.

Almeida (1981), citado por Fachín (2009) menciona que entre los contenidos inorgánicos de la madera se encuentran los cristales y el sílice. Los cristales son depósitos en su gran mayoría de sales de calcio, que se encuentran principalmente en células parenquemáticas. El sílice es un material cuya fórmula química y grado de dureza se asemejan al diamante, pueden encontrarse en el interior de las células en forma de partículas o granos. Los cristales y depósitos de sílice tienen gran importancia en la propiedad de trabajabilidad de la madera y se conocen popularmente como cenizas, se ha informado que tanto para coníferas como para latifoliadas varían entre 0,1 % y 1,0 %.).

B.6. Taninos

Según Panduro (2009), los taninos son compuestos fenólicos hidrosolubles que tienen una masa molecular comprendida entre 500 y 3000 y presentan dentro de sus propiedades químicas la de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas.

Clasificación: distinguimos dos tipos de taninos ya sea por su estructura como por su origen biogenético, así tenemos los taninos hidrolizables y los taninos condensados.

Taninos hidrolizables: son oligo o poliésteres de un azúcar y de un número variado de moléculas de ácido fenol., el azúcar es generalmente la glucosa.

Taninos condensados. O también llamados proantocianidoles, son polímeros flavanicos. Están constituidos por unidades de flavan-3-oles unidas entre sí por enlaces carbono – carbono, generalmente 4-8 y/o 4-6.

2.2.4. Usos de los componentes químicos de la madera

La adquisición de madera en el futuro para la elaboración química no competirá con la madera de transformación estructural o en pasta; ya que dependerá de fuentes que hasta ahora no se ha explotado. Tampoco tiene importancia la forma o la naturaleza de la madera para transformación en productos químicos, ni cuenta la especie y el tamaño. Así tenemos las maderas que no se prestan para aplicaciones estructurales, ni para la transformación en pasta a causa del tamaño, la especie, los defectos, o el contenido de corteza serian ideales para esta aplicación (Goldstein *et al*, 1978). En todo el mundo abundan especies similares que carecen hoy en día de importancia comercial.

Entre las fuentes alternativas para la producción de biocombustibles, la biomasa lignocelulosica aparece como una de las alternativas más adecuada; siendo así un componente esencial de la madera incluyendo los residuos forestales y agroindustriales (aserrines, restos de molienda, fabricación de papel, etc.) (Goldstein *et al*, 1978).

Navarro (2008) opina que hoy en día se está haciendo investigación de la lignina y celulosa de las frondosas, para obtener biocombustible, porque éstas no compiten con la alimentación humana; de esta manera reemplazar algunos cultivos (caña de azúcar, palma, soja, maíz, cebada, etc.), que están siendo utilizados teniendo como subproductos el etanol y por ende la subida de precios de estos cultivos.

La transformación de la celulosa en glucosa es el primer paso en la utilización química en gran escala de la celulosa. La fermentación de la glucosa para obtener etanol mediante técnicas industriales acreditadas de alto rendimiento

ofrece grandes perspectivas. El etanol, es un importante producto químico industrial que se produce actualmente por hidratación del etileno. Puede también tener una amplia aplicación como combustible para motores de combustión interna (Shafizadeh, 1978).

Las hemicelulosas son importantes en la fabricación de pulpa ya que aumenta su rendimiento y aumentan la resistencia del papel. Algunas, como los arabinogalactanos después de separados pueden constituir un subproducto de la fabricación de celulosa, y ser utilizadas como tensoactivo en la industria de tintas (Guardiola y Amparo, 1995; (Kottes y Reinhardt, 1996)

La lignina es utilizada para muchos productos como la vainillana para aromatizantes y odorantes obteniéndose mediante la oxidación alcalina suave de los sulfatos de lignina; como diluyentes de resinas y estabilización de emulsiones que resulta de álcali, que es obtenido a través del sulfato o del licor negro kraft (Goheen, 1972)

Los extractivos son también de gran importancia para la industria farmacéutica, sanitaria y en perfumería (Abarca y Blanco, 2003), obteniéndose de acuerdo al tipo de extracto encontrado en la madera o corteza; así tenemos que el tanino es utilizado para el curtido de cueros, trementina y colofonia obtenido por destilación al vapor o por extracción (Stamm y Harris, 1953).

Orea-Igarza. *et. al.* (2006), en su estudio comparativo de la composición química de la corteza de tres especies de eucalipto; menciona que el contenido abundante de sustancias minerales (cenizas) es propicio para la obtención de compost, y/o aditivo en sustratos para la propagación de plantas en viveros.

2.3. Definición de términos básicos (Panduro, 2010)

Albura: Tejido lignocelulósico caracterizado por células de lumen grande y paredes celulares relativamente delgadas, sin tílides, inclusiones y extractivos. Generalmente de color claro.

Análisis químico: Lectura de los resultados obtenidos de los ensayos ejecutados en laboratorio.

Contenido de humedad: Es la cantidad de agua contenida en la madera, normalmente expresada en una de las siguientes formas: a) en porcentaje del peso de la madera anhidra; b) en porcentaje del peso total de la madera; c) cantidad absoluta de agua en una cantidad absoluta de madera.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Se acostumbra expresar en gramos por centímetro cúbico.

Determinación cuantitativa: Es la obtención de los resultados de los ensayos expresados numéricamente.

Duramen: Tejido lignocelulósico caracterizado por células de lumen pequeño, paredes celulares relativamente gruesas, a menudo con tílides, inclusiones y extractivos en el lumen. Leño biológicamente inactivo y que generalmente se diferencia de la albura por su color más oscuro. Puede estar infiltrado por formas, resinas y otros materiales que lo hacen más oscuro y más resistente a los ataques de los microorganismos. Se encuentra localizado en el centro del árbol, entre la médula y la albura

Porcentaje de celulosa: Es la cantidad de celulosa encontrada en la muestra con relación a toda la materia prima.

Porcentaje de ceniza: Es la cantidad de ceniza encontrada en la muestra con relación a toda la materia prima

Porcentaje de hemicelulosa: Es la cantidad de hemicelulosa encontrada en la muestra con relación a toda la materia prima.

Porcentaje de lignina: Es la cantidad de lignina encontrada en la muestra con relación a toda la materia prima.

Punto de saturación de la fibra: Condición en la madera que se caracteriza por la presencia de agua en las paredes celulares, habiéndose eliminado el agua libre de los lúmenes celulares. Generalmente se asume en 30% aunque las investigaciones indican que puede variar de 19 al 45%.

Olor: Es producida por efluvios de ciertas sustancias químicas, tales como resinas, aceites y gomas, que se encuentran infiltradas en la madera, las cuales al volatizarse emanan olores característicos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del área de extracción de árboles de *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro).

Para el presente estudio de investigación se usó la madera de dos zonas: La Comunidad Nativa Callería, ubicada en el río Callería y la Comunidad Nativa Puerto Belén, ubicada en el río Ucayali. Ambas comunidades pertenecientes al distrito de Callería e Iparía, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

3.2. Método de investigación.

El presente estudio de investigación fue exploratorio - experimental, que consta en la determinación de los principales componentes químicos de ***Septotheca tessmanii* Ulbr.** (utucuro).

3.3. Población y muestra.

La población estuvo constituida por el conjunto de árboles de la especie *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro) presentes en las zonas de extracción y la muestra por 5 árboles seleccionados en función a sus características fenotípicas, estado fitosanitario y conformación, siendo debidamente georeferenciadas, donde se tomaron lecturas de las coordenadas UTM de los 5 árboles seleccionados obteniendo la siguiente información:

Especie	Coord. UTM(Y)	Coord. UTM(X)	Provincia	Distrito
Septotheca tessmannii	9105644	18L 547797	Coronel Portillo	Calleria
Septotheca tessmannii	9105978	18L 548071	Coronel Portillo	Calleria
Septotheca tessmannii	9105048	18L 547975	Coronel Portillo	Calleria
Septotheca tessmannii	8978776	18L 571826	Coronel Portillo	Iparia
Septotheca tessmannii	8980539	18L 571735	Coronel Portillo	Iparia

3.4. Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Reactivos

- Ácido nítrico de 40%
- Alcohol etílico de 90°.
- Ácido clorhídrico al 12.7 %.
- Hielo machacado a partir de agua desionizada.
- Ácido clorhídrico, 4 N.
- Ácido clorhídrico, 1 N.
- Ácido clorhídrico al 1%.
- Agua destilada.
- Ácido Sulfúrico al 72 % o solución 24 + ± 0,1 N a 20 °/4 °C.
- Clorito de sodio 1,5%.

3.4.2. Equipos y materiales

- Bomba o trompa de vacío.
- Balón de cuello esmerilado de 100 ml.
- Baño maría
- Balanza analítica digital de 2000g. de capacidad.
- Cápsulas de porcelana.
- Crisoles filtrantes de porosidad media.
- Condensador de reflujo.
- Crisol filtrante N° 2.
- Cápsulas de platino o porcelana.
- Desecador.
- Estufa.
- Erlenmeyer de 500 ml. con refrigerante a reflujo.
- Erlenmeyer de filtración.
- Erlenmeyer de 1000 a 2000 ml.
- Erlenmeyer con boca esmerilada de 1000 ml.
- Fiola de 1000 ml.
- Mufla de 1200°C.
- Mechero Bunsen, trípode y malla asbestada.

- Plancha caliente con termostato.
- Probetas con diferente capacidad de volumen.
- Papel de filtro sin cenizas, compacto.
- Refrigerante de reflujo.
- Vaso de precipitado de 250ml.
- Vasos de precipitado de 50 ml.
- Varillas de vidrio.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Preparación de muestras de madera para análisis químico

Para efectuar el análisis químico de las muestras colectadas se procedió a marcar las trozas de acuerdo a los niveles longitudinales de las 5 trozas (base, medio y ápice), luego se obtuvo el aserrín de madera y corteza, posteriormente dicho aserrín se tamizó en malla 40 y 60.

3.5.2 Análisis químico de las muestras de aserrín de madera y corteza.

Las normas y métodos seleccionados y aplicados para el análisis químico de las muestras de aserrín de madera colectadas fueron las que se indican a continuación:

- Extractivos en alcohol (Método Soxhlet).
- Para extractivos en agua fría (Norma TAPPI T-207 cm-08).
- Para extractivos en agua caliente (Norma ASTM D- 1110-56).
- Holocelulosa (Método de Jayme – Wise).
- Celulosa (Método Kurschner y Hoffner).
- Lignina (Norma TAPPI T 222 os-74).
- Cenizas (Norma TAPPI T 15 os-58).
- Sílice (Método del ácido clorhídrico)
- Contenido de humedad (Norma ASTM D 4442).

3.5.3. Determinación del contenido de humedad en aserrín de madera y corteza.

El método gravimétrico es ampliamente utilizado por diferentes organismos de normalización para determinar el contenido de humedad en maderas y reconocido como un método primario (Norma ASTM D 4442)

Se determinó el peso de la cápsula empleando una balanza analítica, se añadió luego 1 gramo de partículas pequeñas que quedó retenida en el tamiz 60, y volver a pesar. Por diferencia de pesos se obtiene el peso húmedo de la muestra. Se llevó la cápsula (con muestra) a estufa a +103 °C ±2 °C durante dos horas, luego se colocó en un desecador hasta que enfríe y luego se pesó. Este procedimiento se repitió hasta obtener un peso constante.

Para determinar la humedad se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{ph - ps}{ph} x100$$

Dónde:

Ph = Peso húmedo

ps = Peso seco

3.5.4. Determinación de extractivos de madera y corteza.

A. Determinación de extractivos en agua fría

El agua fría solubiliza los taninos, gomas, azucares y materias coloreadas en la madera.

Se colocó las muestras de 2 gramos de aserrín de madera y 2 gramos de aserrín de corteza seco al aire en vasos con 300 ml de agua destilada por separado, se dejó las muestras a temperatura ambiente durante 48 horas agitando de tiempo en tiempo.

Se filtró el material obtenido de aserrín de madera y aserrín de corteza por separado en un crisol tarado o papel filtro seco pesado (PF), se lavó con agua destilada fría y se secó en una estufa a una temperatura de 103 °C ± 2 °C hasta peso constante. Se enfrió en desecador y se pesó.

B. Determinación de extractivos en agua caliente

El agua caliente solubiliza sales minerales taninos, almidón, gomas, galactanos, sustancias pépticas y reductoras que pueden provenir estas últimas de fracciones muy fácilmente hidrolizables pero que en la mayoría de los casos no son azúcares verdaderos

Se puso por separado 2 gramos de aserrín de madera y 2 gramos de aserrín de corteza en el Erlenmeyer con el tubo refrigerante a reflujo de 500 ml y luego se agregó 100 ml de agua desionizada; luego se hizo hervir durante 3 horas agitando frecuentemente y se filtró con vacío sobre crisol filtrante tarado de porosidad media, luego lavó con agua fría y secó en estufa a 103 °C ± 2 °C hasta peso constante y luego se pesó.

Para determinar los extractivos en agua caliente o frío se utilizó la siguiente fórmula:

% Solubles en agua = $\frac{p}{w}$ x 100

Dónde:

P= Peso perdido de aserrín durante determinación.
W= Peso seco de muestra.

C. Determinación de extractivos en alcohol

1. Previo al trabajo se lavó con detergente, se enjuagó y se secó completamente el balón de extracción en estufa, luego el balón se puso en un desecador por 20 minutos para que se enfríe; se pesó el balón con 0.0001 g de precisión y se anotó este peso
2. Se pesó el papel filtro o dedal de extracción a utilizar como receptor de aserrín con 0,0001 g de precisión.
3. Luego se agregó al cartucho de papel filtro receptor 2 gramos de aserrín de madera y en otro cartucho 2 gramos de aserrín de corteza. Posteriormente se taponó la boca del mismo con un tapón hecho de papel filtro se dobló cuidadosamente de tal manera que al momento de la extracción no se escape el aserrín.

4. Posteriormente se Introdujo el recipiente con aserrín dentro del cuerpo medio del soxhlet.
5. Se instaló el equipo y se agregó por la parte de arriba el alcohol, hasta que se produjo una descarga de solvente hacia el balón, y se agregó unos 50 ml adicionales de solvente.
6. Se prendió la cocina eléctrica a una temperatura que permita aproximadamente 6 descargas por hora. Se dejó que transcurra este proceso de 4 a 6 horas.
7. Cumplido el tiempo se enfrió el balón, después se retiró el recipiente que contiene el aserrín y se guardó. Se instaló de nuevo el equipo soxhlet, cuando esta por llenarse la parte media del soxhlet se dejó enfriar y recuperar el solvente utilizado guardándolo en un recipiente oscuro herméticamente cerrado. Se repetió este proceso hasta que quede poco solvente en el balón.
8. Se desmontó el balón y se secó de 100 a 105° C hasta que despidió olor solvente utilizado (aproximadamente una hora). Se enfrió en un desecador y luego se pesó. Se anotó el peso, el incremento en el peso del balón es la cantidad de extractivos solubles en alcohol.

   Para calcular el porcentaje de extractivos en alcohol se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Extractivos = \frac{(peso\ del\ balon\ con\ extracto) - (peso\ del\ balon\ vacio)}{peso\ de\ muestra} * 100 = \frac{R}{W} \times 100$$

   Dónde:

   R = Peso del extracto que será igual:

   R= Peso del balón con extracto (PEB) -- Peso del balón seco y vacío (PB)

   W= Peso seco de la muestra utilizado.

Se reporta el contenido de extractivos solubles en alcohol como promedio de 3 determinaciones, con aproximadamente a 0,1%.

3.5.5. Determinación de holocelulosa de madera y corteza

Se depositó la muestra en el Erlenmeyer y se trató con 150ml de solución de clorito de sodio al 1.5% y 10 gotas de ácido acético concentrado, se cubrió

con una luna de reloj y se dejó en baño maría a 70°C durante 30 minutos agitando de vez en cuando.

Después se añadió 10 gotas de ácido acético concentrado y 150 ml de clorito sodio 1.5% se repitió esta operación cada 30 minutos por 4 veces en el caso del utucuro que no es una madera duro.

Terminado el tratamiento se enfrió en agua helada y se filtró con un papel filtro, se lavó el residuo 5 veces con 40 ml de agua destilada helada, después se secó a 103 ± 2 °C hasta peso constante y luego se enfrió en un desecador y pesó.

Para determinar el porcentaje de holocelulosa se empleó la siguiente fórmula:

$$\%Holocelulosa = \frac{peso\ \ de\ \ holocelulosa}{peso\ \ de\ \ muestra} * 100 = \frac{R}{W} x100$$

Dónde:
R = Peso del residuo seco
W= Peso seco de la muestra seco.

3.5.6. Determinación de la celulosa.

Se pesó 2.0 gramos de aserrín seco al aire libre. Aparte de determinar la humedad de la madera se colocó la muestra pesada en un balón de 100 ml. con refrigerante a reflujo.

En un vaso de precipitado se tomó 10 ml. de ácido nítrico y agregó 40 ml. de alcohol; se echó rápidamente la mezcla en el balón con la muestra y se llevó a ebullición suave en baño maría, con refrigerante a reflujo durante una hora; Se decantó el líquido sobrenadante sobre crisol filtrante N° 2 y se agregó otros 50 ml. de mezcla nitro – alcohólica y luego se hizo hervir suavemente por otra hora.

Se repitió por tercera vez el ataque nitro alcohólico y luego de una hora de ebullición suave se filtró al vacío con la ayuda del crisol filtrante; se lavó el residuo con agua caliente desionizada y se secó en estufa a 103° C ± 2° C hasta peso constante.

Se efectuó la determinación de celulosa y de humedad por duplicado, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de celulosa} = \frac{R}{W} \times 100$$

Dónde:

R = Peso del residuo seco

W= Peso seco de la muestra seco

3.5.7. Determinación de la hemicelulosa.

Se determinó por diferencia de la cantidad en porcentaje de la holocelulosa y celulosa.

3.5.8. Determinación de la lignina.

Se colocó la muestra en un vaso de 50 ml y se agregó lentamente 15 ml de ácido sulfúrico frío macerando el material con una varilla de vidrio, por 2 horas agitando frecuentemente.

Al cabo de las 2 horas se pasó cuantitativamente el contenido del vaso al Erlenmeyer y se diluyó con agua hasta obtener una concentración de ácido al 3% correspondiente a un volumen total de 575 ml.

Luego se hizo hervir durante 4 horas a reflujo para mantener el volumen constante, posteriormente se dejó que el material insoluble (lignina) se sedimente durante la noche o más tiempo que fue necesario; se decantó el líquido sobrenadante sobre el crisol filtrante previamente pesado y se transfirió luego la lignina cuantitativamente al filtro usando agua caliente y una varilla de vidrio.

Se lavó el residuo con agua caliente hasta eliminar completamente el ácido y se secó a 103 °C ± 2°C hasta peso constante, y finalmente se enfrió en un desecador y se pesó.

Para encontrar el porcentaje de la lignina se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Lignina = \frac{peso\ \ de\ \ lignina}{peso\ \ de\ \ muestra} * 100 = \frac{R}{W} x100$$

Dónde:

R = Peso de la lignina (residuo)

W = Peso de la muestra seca

3.5.9. Determinación de cenizas.

Se pesó 5 gramos de muestra en un crisol con tapa previamente calentado a 600°C, enfriado y pesado.

Luego se colocó el crisol en la mufla, con una temperatura de 120 °C, evitando pérdidas del material; Se continuo el calentamiento hasta que toda la muestra se carbonizó, cuando no hubo más llama, se subió la temperata 575 °C ± 25 °C y se calentó por 3 horas, hasta la calcinación completa.

Terminada el proceso, se apagó la mufla, y se esperó que la temperatura baje a 100°C, se sacó el crisol, se colocó en un desecador para su enfriamiento, finalmente se pesó las cenizas.

Para determinar el porcentaje de cenizas en base seca se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%cenizas = \frac{peso\,de\ \ cenizas}{peso\,de\ \ muestra} * 100 = \frac{R}{W} x100$$

Dónde:

R = Peso de cenizas

W = Peso seco de la muestra

3.5.10. Determinación de sílice.

En un crisol se pesó 5 gramos de muestra. Esto se puso en mufla a 575 – 600° C, obteniendo cenizas blancas al cabo de 3 horas. Luego se sacó la

cápsula y se colocó en desecador durante 25 minutos para su enfriamiento, luego se pesó las cenizas totales.

Posteriormente se agregó 10 ml. de HCl 4N tratando de mojar todas las partículas adheridas a las paredes; esto se hizo hervir durante 2 minutos. Se llevó a sequedad en baño maría durante 3 horas y se completó la desecación en estufa a 103° C ± 2° C hasta peso constante.

Se enfrió en desecador y se agregó 10 ml. de H_2O, se volvió a desecar en estufa y se agregó 10 ml. de HCl 1N dejando la cápsula durante 10 minutos en baño maría; se filtró al vacío a través de papel filtro compacto sin cenizas lavando con HCl al 1%. Posteriormente se desecó el filtro en estufa y luego se calcinó a 450 – 500° C; se pesó el residuo insoluble y se procedió a determinar el porcentaje de sílice, mediante la siguiente fórmula:

$$\%Silice = \frac{peso\ de\ \ residuo}{peso\ de\ \ muestra} * 100$$

3.6. Tratamientos de datos

En esta investigación se aplicó el análisis de varianza unifactorial para analizar los componentes químicos celulosa, hemicelulosa, lignina, ceniza y sílice por cada nivel del fuste (base, medio y ápice), así mismo el contenido de humedad.

Para el caso de extractivos se realizará un análisis de varianza de 2 factores, siendo:

1. Factor (nivel del fuste): base, medio, ápice.
2. Factor (método de extracción): Agua fría, Agua caliente y Alcohol

Donde hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de significación de Tukey

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resumen del contenido químico de madera y corteza de *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro).

Cuadro 4: Resumen general del contenido químico básico promedio de madera y corteza de ***Septotheca tessmanii* Ulbr.** (utucuro) por niveles de fuste.

	Nivel	Humedad	Extractivos	Celulosa	Hemicel	Lignina	Cenizas	Sílice
Madera	1	19.67	19.18	54.30	26.43	34.34	4.24	0.81
	2	16.29	17.10	50.07	26.84	29.11	3.58	0.57
	3	15.44	17.75	48.60	26.75	25.09	2.93	0.40
Promedio		**17.13**	**18.01**	**51.00**	**26.67**	**29.51**	**3.58**	**0.60**
Corteza	1	11.88	15.30	42.89	32.47	26.03	8.59	0.73
	2	11.16	15.28	41.73	32.40	23.95	7.93	0.63
	3	10.44	14.21	41.40	31.94	22.30	7.00	0.52
Promedio		**11.16**	**14.93**	**42.00**	**32.27**	**24.09**	**7.84**	**0.63**

En el cuadro 4 y gráfico 1 se observa el resumen general del contenido químico promedio de madera y corteza de ***Septotheca tessmanii* Ulbr.** (utucuro). De acuerdo al cuadro y al gráfico, la composición química es variable, es así que la corteza tiene mayor contenido de hemicelulosa, cenizas y sílice con valores de 32.27%, 7.84% y 0.63% respectivamente, mientras la madera tiene mayor humedad con 17.13%, extractivos 18.01%, celulosa 51.00% y lignina 29.51%.

Cabe mencionar que el porcentaje de extractivos mostrado en el cuadro es el promedio de los extractivos en agua fría, en agua caliente y en alcohol, que más adelante será explicado cada uno de ellos.

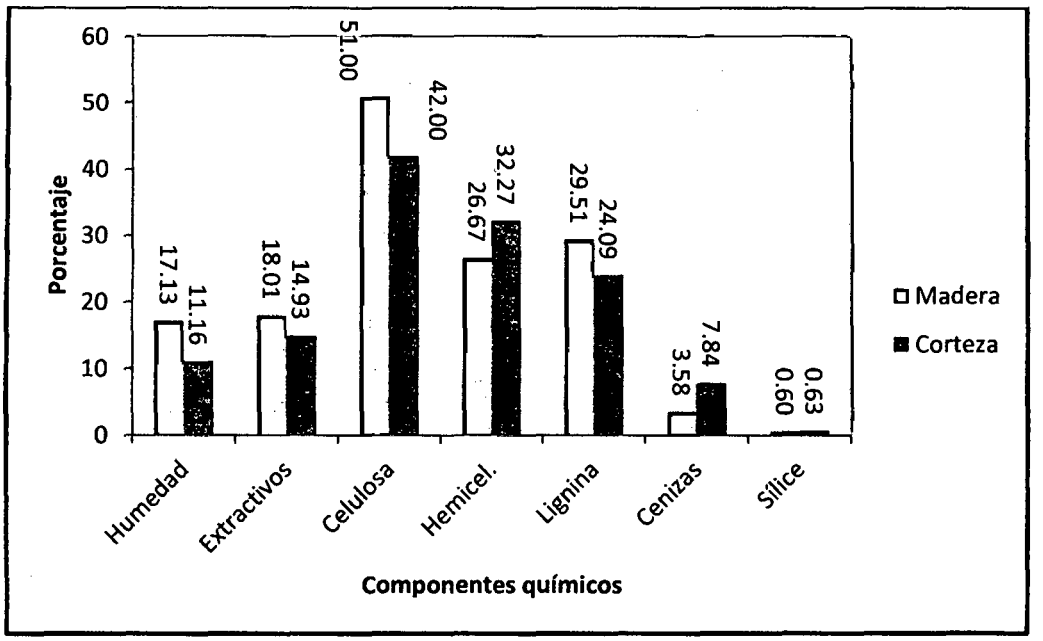


Gráfico 1: Porcentaje de los componentes químicos de madera y corteza de *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro).

4.2. Contenido de humedad de madera y corteza de *Septotheca tessmanii* Ulbr. (utucuro).

4.2.1. Contenido de humedad de la madera

Al medir la humedad de la madera seco al aire, tal como se aprecia en el cuadro 4 y gráfico 2, ésta es descendente desde la parte basal (N1) hasta el apical (N3) del fuste, con los siguientes valores: en el primer nivel N1, 19.67%; en el segundo nivel N2, 16.29% y en el tercer nivel N3, 15.44%, con un promedio de 17.13%.

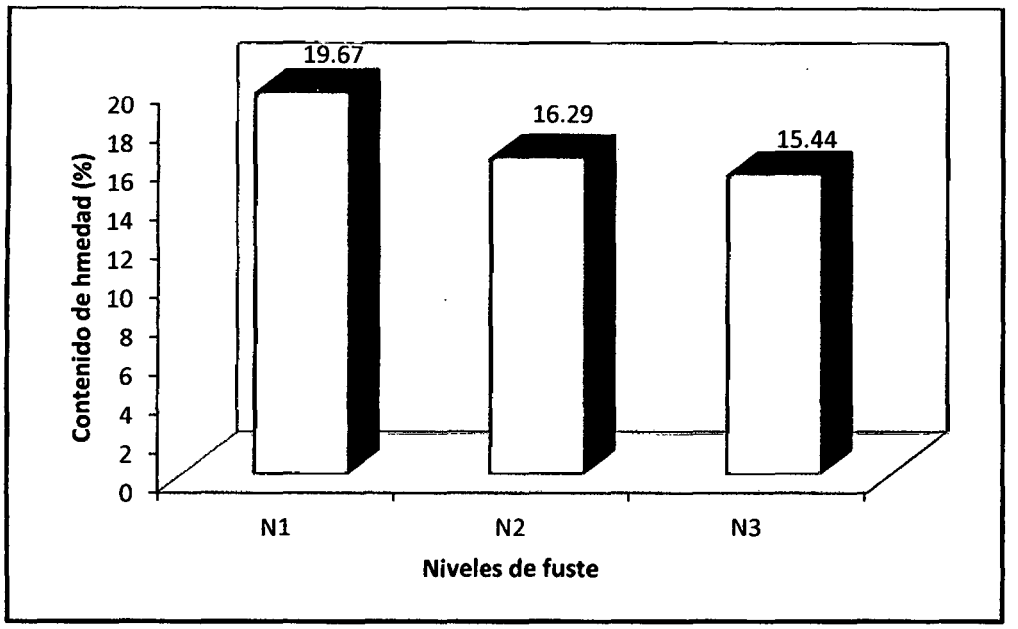


Gráfico 2: Contenido de humedad promedio de la madera por niveles de fuste.

Cuadro 5: Análisis de varianza del contenido de humedad de la madera versus niveles de fuste

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.01$
Tratamientos	2	150.1	75.1	6.93	0.003	**
Error	42	445.2	10.8			
Total	44	605.3				

En el cuadro 5 se observa el análisis de varianza del contenido de humedad de la madera (%) versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se aprecia que existe diferencia altamente significativa del contenido de humedad de la madera en los niveles de fuste.

Cuadro 6: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la madera.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedio	19.67	16.29	15.44
	A		
		B	B

En el cuadro 6, donde se observa la prueba de medias (Prueba de Tukey) del contenido de humedad de la madera, en donde se ve que existe diferencia entre la humedad del nivel N1 respecto a los niveles N2 y N3, más no así entre el Nivel N2 y N3.

4.2.2. Contenido de humedad de la corteza.

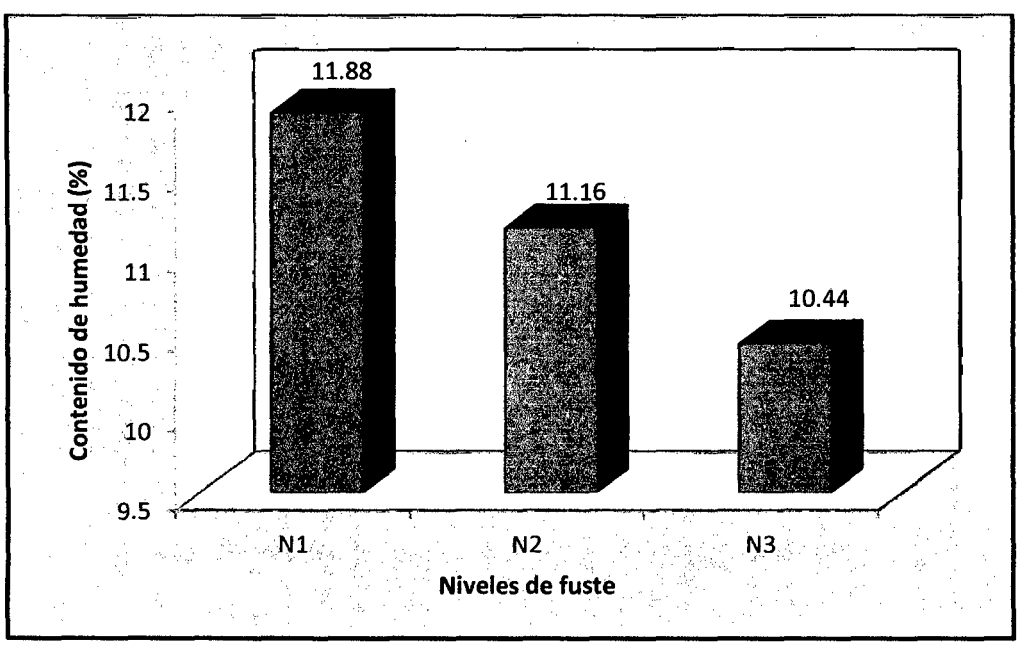


Gráfico 3: Contenido de humedad promedio de la corteza por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 3 se observa el contenido de humedad de la corteza seca al aire. De acuerdo a éstos, la humedad desciende a medida que el nivel del fuste aumenta. Es así, que en el nivel N1 se encontró una humedad de

11.88%, en el nivel N2, 11.16% y en el nivel N3, 10.44%, con un promedio de 11.16%.

Cuadro 7: Análisis de varianza del contenido de humedad de la corteza versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Tratamientos	2	15.68	7.84	2.00	0.148	N.S.
Error	42	164.60	3.92			
Total	44	180.28				

Por su parte en el cuadro 7 se observa el análisis de variancia del contenido de humedad de corteza seco al aire. De acuerdo a esto, se infiere que no existe diferencia significativa de la humedad de la corteza en los niveles de fuste. Generalizando, se tiene, tal como se muestra en el cuadro 1, que la madera tiene mayor contenido de humedad que la corteza. Esto es así, porque la corteza sirve de protección a la madera de muchos factores, y está expuesto más a la intemperie, y como tal pierde más rápidamente la humedad.

4.3. Contenido de extractivos (%) de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (utucuro)

4.3.1. Extractivos en la madera

Cuadro 8: Contenido de extractivos (%) de la madera por niveles fuste métodos de extracción.

Niveles	A Fría	A. Caliente	Alcohol	Promedio
N1	30.00	24.09	3.45	**19.18**
N2	26.48	22.81	2.00	**17.10**
N3	27.74	24.06	1.45	**17.75**
Promedio	**28.07**	**23.65**	**2.30**	**18.01**

En el cuadro 8 se observa el contenido de extractivos (%) de la madera por niveles de fuste y métodos de extracción. Así se tiene que el promedio de los extractivos en agua fría fue 28.07%, mientras que los extractivos en agua fría

fue 23.65% y el promedio de los extractivos en alcohol están muy por debajo de los extractivos en agua fría y en agua caliente, con un valor de 2.30%. Por su parte, con respeto al nivel de fuste, el mayor promedio se obtuvo en el primer nivel con 19.18%, mientras que en el tercer y segundo nivel se obtuvieron 17.75% y 17.10% respetivamente,

Así mismo el contenido de extractivos en agua fría de la madera hallado en el presente estudio es mayor al reportado por Guevara (2009), quien reportó 0.87% de extractivos en la especie *Chrisophyllum sp* (caimitillo), de igual forma al reportado por Fachín (2009) quien encontró 3.82% de extractivos en la madera de *Croton lechleri* (sangre de grado) y al encontrado por Guevara (2013) quien reporta 9.74% de extractivos en la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell) (pashaco blanco).

Cuadro 9: Análisis de variancia del contenido de extractivos de la madera

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Nivel	2	102.3	51.15	4.59	0.012	*
Método	2	17093.2	8546.59	766.35	0.000	*
Interacción	4	41.4	10.34	0.93	0.450	N.S.
Error	126	1405.2	11.15			
Total	134	18642.0				

De acuerdo al cuadro 9 (análisis de variancia del contenido de extractivos de la madera), existe diferencia significativa de los extractivos en el nivel de fuste y en los métodos de extracción. Así se tiene que los valores de los extractivos en agua fría del primer nivel (N1) están por encima del tercer nivel (N3) y segundo nivel (N2), mientras que los extractivos en agua caliente del primer y tercer nivel son similares, pero están por encima del segundo nivel. Así mismo se observa que los extractivos en alcohol del primer nivel está ligeramente por encima del segundo y tercer nivel de fuste, tal como se muestra en el gráfico 4.

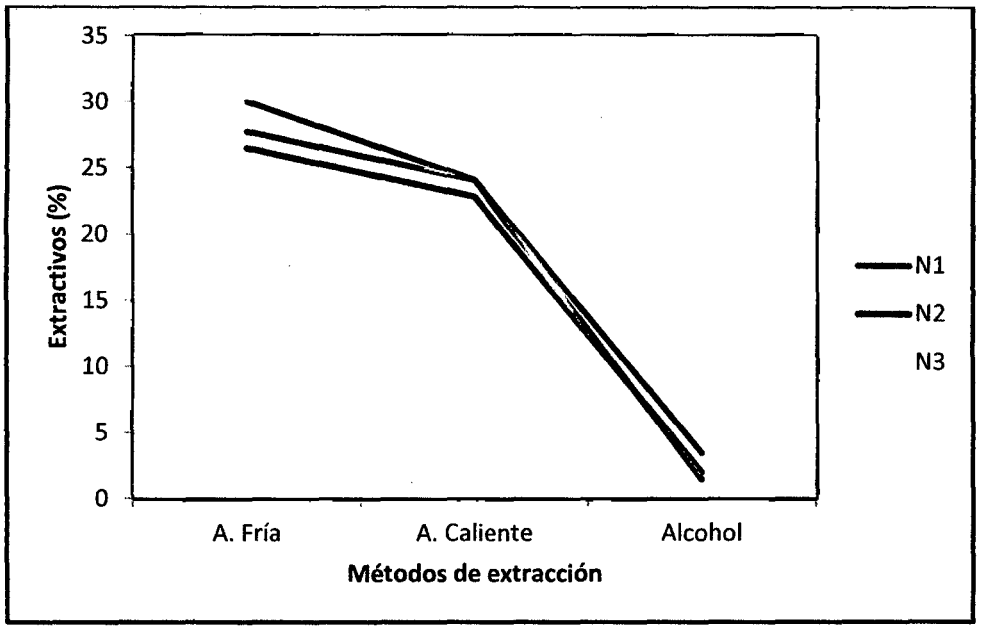


Gráfico 4: Contenido de extractivos de la madera por niveles de fuste.

Cuadro 10: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la madera por niveles de fuste

N1	N3	N2
19.18	17.75	17.10
A	A	
	AB	B

En el cuadro 10 se observa la prueba de medias del contenido de extractivos de la madera por niveles de fuste. De acuerdo a esto se ve que existe diferencia significativa entre el primer nivel y el segundo nivel, pero no existe diferencia entre el primer y tercer nivel, ni entre el tercer y segundo nivel.

Cuadro 11: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la madera por métodos de extracción

A. Fría	A. Caliente	Alcohol
28.07	23.65	2.30
A		
	B	
		C

En el cuadro 11 se observa la prueba de medias del contenido de extractivos de la madera por métodos de extracción. De acuerdo a esto se ve que existe diferencia significativa entre todos los métodos de extracción, siendo mayor el obtenido en agua fría y menor el obtenido en alcohol.

4.3.2. Extractivos en la corteza.

Cuadro 12: Contenido de extractivos (%) de la corteza por niveles fuste y método de extracción.

Niveles	A Fría	A. Caliente	Alcohol	Promedio
N1	20.76	21.75	3.39	**15.30**
N2	20.02	22.73	3.01	**15.25**
N3	20.58	19.71	2.25	**14.18**
Promedio	**20.45**	**21.40**	**2.91**	**14.92**

Los extractivos son sustancias que están presentes en la corteza y la madera pero en diferentes proporciones. Dentro de estas sustancias están las resinas, grasas, ceras, aceites, ácidos grasos, fenoles, taninos, estilbenos, flavonoides, sustancias colorantes y con propiedades fungicidas e insecticidas, las cuales son generalmente solubles en alcohol y la mezcla alcohol/benceno (Fengel, 1984), pero las que generalmente se solubilizan en alcohol están las ceras, grasas y resinas (Abarca y Blanco, 2003).

En el cuadro 12 se observa el contenido de extractivos (%) de la corteza por niveles de fuste y métodos de extracción. Así se tiene que el promedio de los

extractivos en agua caliente fue 21.40%, ligeramente superior al promedio de los extractivos en agua fría, cuyo valor fue 20.45%, mientras que el promedio de los extractivos en alcohol están muy por debajo de los extractivos en mención, con un valor de 2.91%.

Esta ligera superioridad de extractivos en agua caliente se debe a que éste solubiliza sales minerales, taninos, almidón, gomas, galactanos, sustancias pécticas y reductoras que pueden prevenir estas últimas de fracciones muy fácilmente hidrolizables pero que en la mayoría de los casos no son azúcares verdaderos (Panduro, 2009)

El contenido de extractivos en agua fría de la corteza hallados en el presente estudio es mayor al reportado por Guevara (2009), quien reportó 2.21% de extractivos en la especie *Chrisophyllum sp* (caimitillo), de igual forma al reportado por Fachín (2009) quien encontró 6.24% de extractivos en la corteza de *Croton lechleri* (sangre de grado) y al encontrado por Guevara (2013) quien reporta 11.29% de extractivos en la madera de *Schizolobium parahyba* (Vell) (pashaco blanco).

Así mismo el contenido de extractivos en alcohol de la corteza hallados en el presente estudio es ligeramente superior al reportado por Guevara (2013), quien reportó 2.43% de extractivos en la especie *Schizolobium parahyba* (Vell) (pashaco blanco), pero inferior al reportado por Fachín (2009) quien encontró 8.95% de extractivos en la corteza de *Croton lechleri* (sangre de grado).

Cuadro 13: Análisis de variancia del contenido de extractivos de la corteza

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. α = 0.05
Nivel	2	34.7	17.35	2.96	0.056	N.S.
Método	2	9768.1	4884.04	832.10	0.000	*
Interacción	4	52.3	13.07	2.23	0.070	N.S.
Error	126	739.6	5.87			
Total	134	10594.6				

De acuerdo al cuadro 13 (análisis de variancia del contenido de extractivos de la corteza), existe diferencia significativa entre los métodos de extracción. Así se tiene que los valores de los extractivos en agua caliente están por encima de los valores de los extractivos en agua fría y de los extractivos en alcohol, tal como se muestra en el gráfico 5.

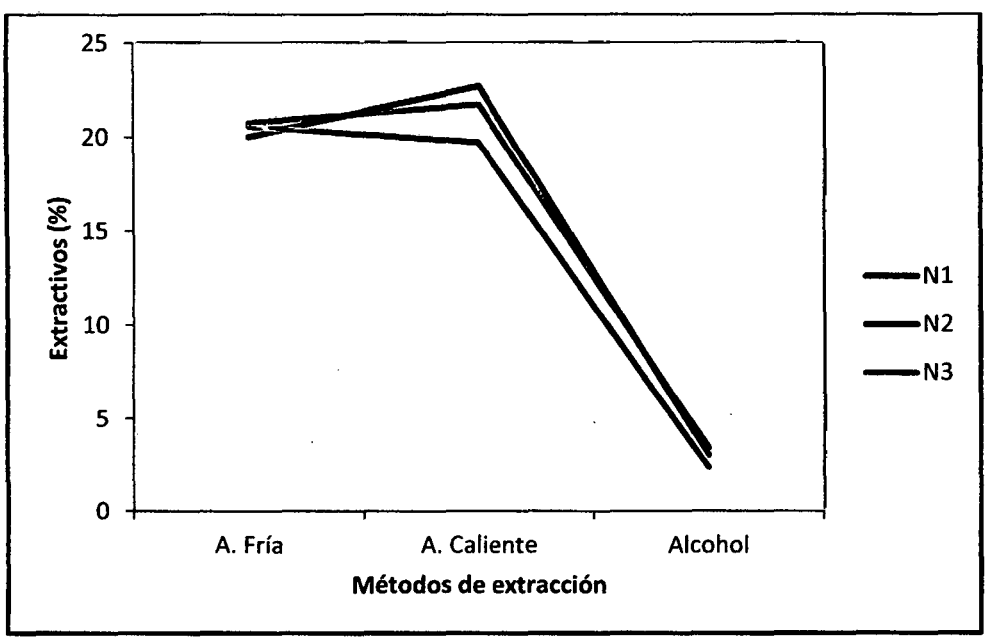


Gráfico 5: Contenido de extractivos de la corteza por niveles de fuste.

Cuadro 14: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos de la corteza por métodos de extracción.

A. Caliente	A. Fría	Alcohol
21.40	20.45	2.91
A	A	
		B

En el cuadro 14 se observa la prueba de medias del contenido de extractivos de la corteza por métodos de extracción. De acuerdo a esto se ve que no existe diferencia significativa entre el obtenido en agua caliente y fría, pero si, existe diferencia significativa entre estos dos métodos con respectos al obtenido en alcohol, siendo mayor el obtenido en agua caliente y fría y menor el obtenido en alcohol.

En resumen, la madera tiene mayor contenido de extractivos que la corteza, es decir, la madera tiene mayor cantidad de taninos, gomas, azúcares, materiales colorantes que la corteza, ya que estos componentes se disuelven fácilmente, tal como sostiene Abarca y Blanco (2003), y Sharkov (1972).

4.4. Contenido de holocelulosa en la madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (utucuro).

4.4.1. Holocelulosa en la madera.

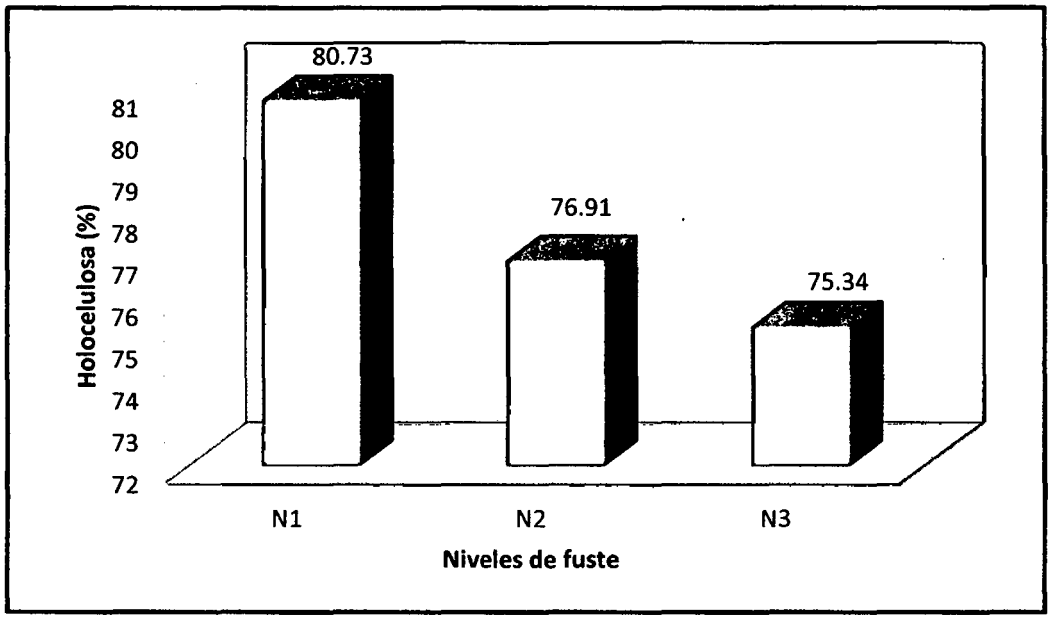


Gráfico 6: Porcentaje de holocelulosa en la madera por niveles de fuste.

La holocelulosa es la suma de la celulosa y hemicelulosa. De acuerdo al gráfico 6, el contenido de este compuesto desciende a medida que aumenta el nivel del fuste. Es así, que el porcentaje de holocelulosa encontrado en el nivel N1 fue de 80.73%, bajando en el nivel N2 a 76.91% y en el nivel N3 a 75.34%, haciendo un promedio general de 77.66%

Cuadro 15: Análisis de varianza de holocelulosa versus niveles de fuste en la madera

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. α = 0.01
Tratamientos	2	229.67	114.84	28.23	0.000	**
Error	42	170.83	4.07			
Total	44	400.51				

En el cuadro 15 se observa el análisis de varianza de holocelulosa versus niveles fuste en la madera, en dónde se ve que existe diferencia altamente significativa de la holocelulosa en los niveles de fuste. Esto indica que por lo menos uno de los tres niveles tiene el mayor porcentaje de holocelulosa.

Cuadro 16: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa en los niveles de fuste de la madera

N1	N2	N3
80.73	76.91	75.34
A		
	B	B

En el cuadro 16 se observa la prueba de medias del contenido de holocelulosa en los niveles de fuste de la madera, mediante el cual se ve que en el nivel N1 se encontró el mayor porcentaje de holocelulosa, mientras que en los niveles N2 y N3, la diferencia de este componente la diferencia no es significativa.

4.4.2. Holocelulosa en la corteza.

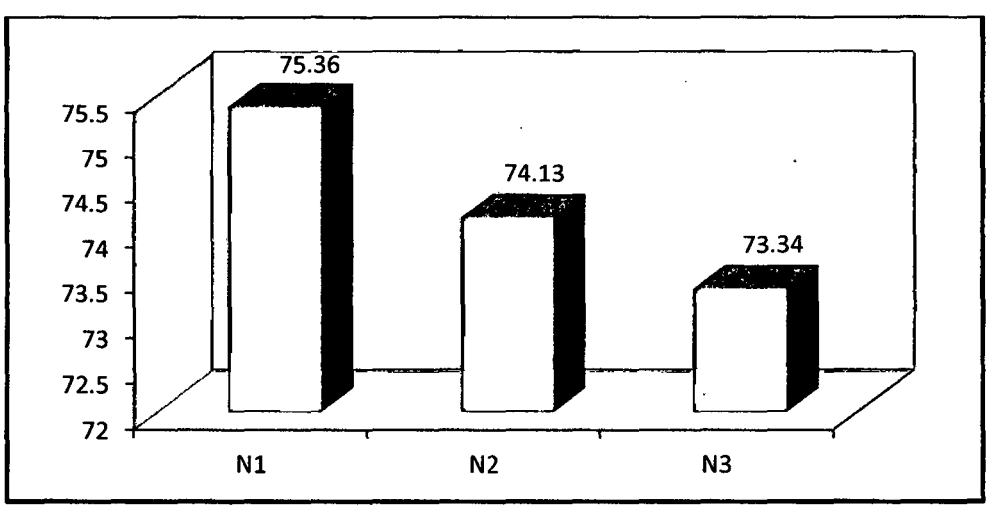


Gráfico 7: Porcentaje de holocelulosa en niveles de fuste de la corteza.

En el gráfico 7 se observa el porcentaje de holocelulosa en los niveles de fuste de la corteza. El contenido de este compuesto, al igual que en la madera,

desciende a medida que aumenta el nivel del fuste. Es así, que el porcentaje holocelulosa encontrado en el nivel N1 fue de 75.36%, bajando en el nivel N2 a 74.13% y en el nivel N3 a 73.34%, con un promedio general de 74.28%.

Cuadro 17: Análisis de varianza de holocelulosa en la corteza versus niveles de fuste

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Tratamientos	2	31.32	15.66	2.74	0.076	N.S.
Error	42	240.15	5.72			
Total	44	271.47				

En el cuadro 17 se observa el análisis de varianza de la holocelulosa versus niveles fuste en la corteza, en dónde se ve que no existe diferencia significativa de este componente en los niveles de fuste. Esto indica que el porcentaje de holocelulosa en la corteza es similar en los tres niveles de fuste, es decir, en sentido longitudinal.

4.5. Contenido de celulosa en la madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (utucuro).

4.5.1. Celulosa en la madera.

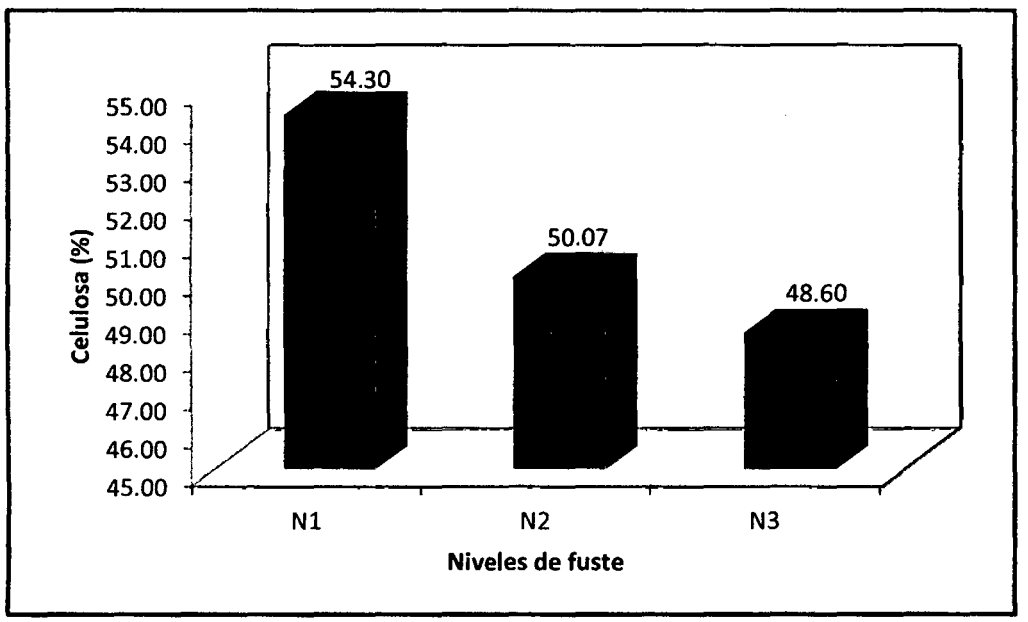


Gráfico 8: Porcentaje de celulosa en la madera por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 8 se observa el contenido de celulosa (%) en la madera de *Septotheca tessmannii* **(utucuro)** versus niveles de fuste. Es así que en el nivel N1 se encontró 54.30%, en el nivel N2 50.07% y en el nivel N3 48.60%, con promedio general de 51.00%.

Este promedio de la celulosa de la madera encontrado en el presente trabajo está por encima del rango establecidos por Díaz (1986) y Cartagena (1994) citados por Márquez (2002) quien establece que el rango es de 40 a 45%.

Así mismo los valores obtenidos de la celulosa, está por encima al encontrado por Guevara (2009), quien determinó un 42.41% de celulosa en la madera de *Chrisophyllum sp* (caimitillo), al encontrado por Fachín (2009), quien encontró 43.72% de celulosa en la madera de *Croton lechleri* (sangre de grado) y de Guevara (2013).quien reporta 44.98% de celulosa en la madera .de *Schizolobium parahyba* (pashaco blanco).

Cuadro 18: Análisis de varianza de celulosa de la madera versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.01$
Tratamientos	2	262.4	131.2	6.21	0.004	**
Error	42	887.9	21.1			
Total	44	1150.3				

De acuerdo al cuadro 18 (Análisis de varianza de celulosa (%) versus niveles de fuste) de la madera *Septotheca tessmannii* **(utucuro)**. De acuerdo a esto, se aprecia que existe diferencia altamente significativa de la celulosa en los niveles de fuste.

Cuadro 19: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la madera.

N1	N2	N3
54.30	50.07	48.60
A		
	B	B

De acuerdo al cuadro 19 (Prueba de medias del contenido de celulosa de la madera), se observa que existe diferencia significativa de la celulosa del nivel N1 (basal) con los niveles N2 (medio) y el nivel N3 (apical), mientras que no existe diferencia significativa entre los niveles N2 y N3.

4.5.2. Celulosa en la corteza.

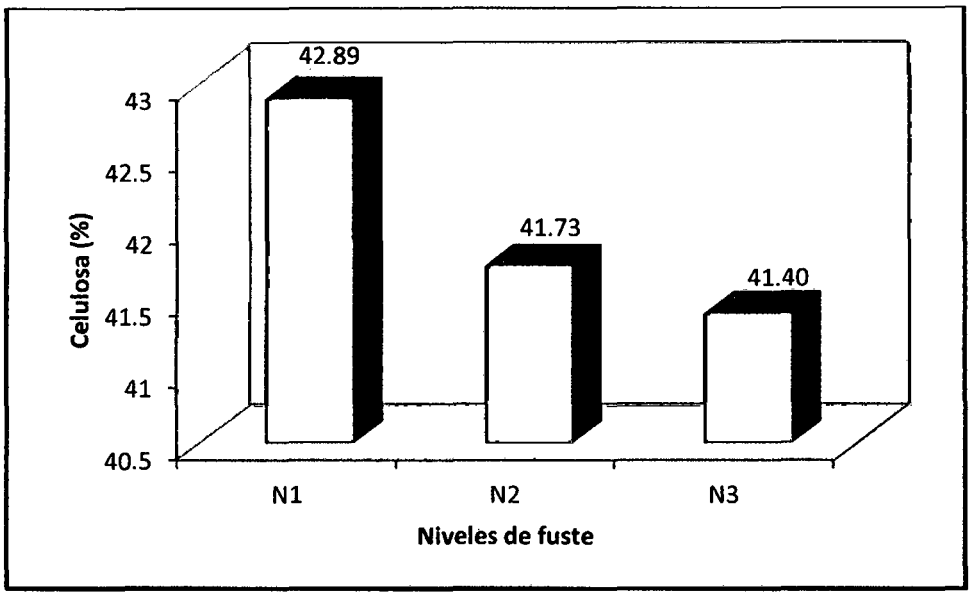


Gráfico 9: Porcentaje de celulosa de la corteza por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 9 se observa el contenido de celulosa (%) en la corteza de *Septotheca tessmannii* **(utucuro)** versus niveles de fuste. Es así que en el nivel N1 se encontró 42.89%, en el nivel N2 41.73% y en el nivel N3 41.10%, con promedio general de 42.00%.

Este promedio de la celulosa de la corteza encontrado en el presente trabajo está en el rango encontrado por Sharcov (1972), quien determinó mayor al 30% de celulosa en la corteza.

Los valores obtenidos de la celulosa en la corteza de *Septotheca tessmannii* está por encima al encontrado por Guevara (2009), quien determinó un 27.33% de celulosa en la corteza de *Chrisophyllum sp* (caimitillo), al encontrado por Fachín (2009), quien encontró 35.93% de celulosa en la cortea de *Croton* lechleri (sangre de grado) y de Guevara (2013).quien reporta 39.25% de celulosa en la corteza .de *Schizolobium parahyba* (pashaco blanco).

Cuadro 20: Análisis de varianza de celulosa de la corteza versus niveles de fuste.

Fuente de Variación	GI	SC	CM	FC/Fobs	Ft	Significancia
Niveles	2	18.43	9.22	4.01	0.026	*
Error	42	96.55	2.30			
Total	44	114.99				

De acuerdo al cuadro 20 donde se observa el análisis de varianza de celulosa versus niveles de fuste de la corteza de *Septotheca tessmannii.* De acuerdo a esto, se aprecia que existe diferencia significativa en los niveles de fuste.

Cuadro 21: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la corteza

N1	**N2**	**N3**
42.89	41.73	41.40
A	A	
	AB	B

De acuerdo al cuadro 21 (Prueba de medias del contenido de celulosa de la corteza), se observa que no existe diferencia significativa de la celulosa en los niveles N1 (basal) y N2 (medio), y en los niveles N2 y N3, mientras que sí existe diferencia significativa entre los niveles N1 y N3, teniendo mayor cantidad de celulosa el nivel N1.

4.6. Contenido de hemicelulosa de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (utucuro).

4.6.1. Hemicelulosa en la madera.

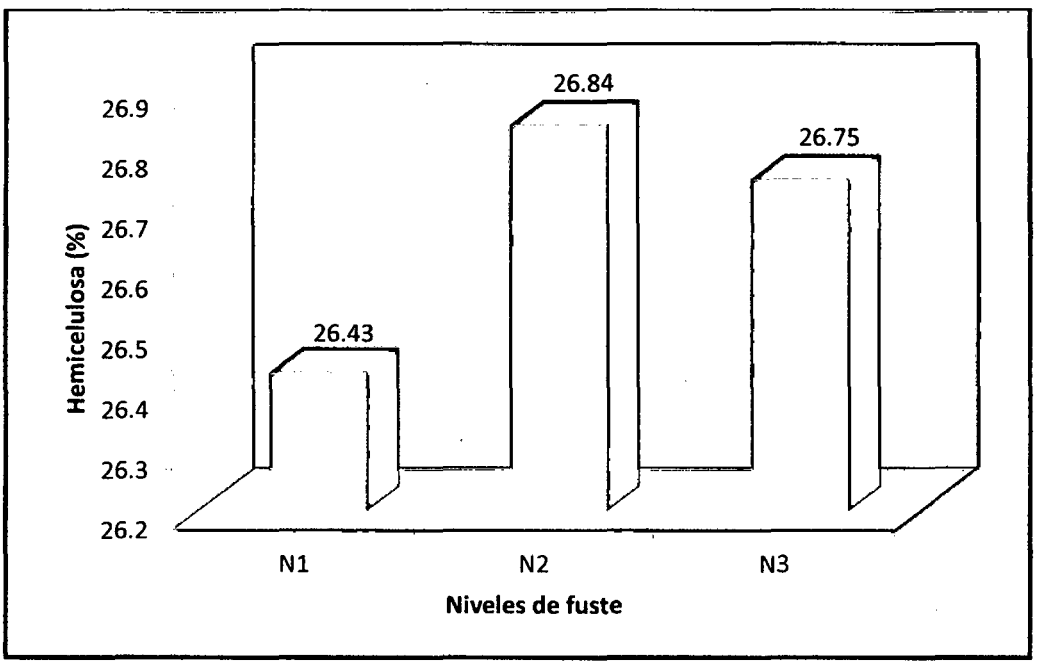


Gráfico 10: Porcentaje de hemicelulosa de la madera por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 10 se observa el contenido de hemicelulosa (%) de la madera de *Septotheca tessmannii* **(utucuro)** por niveles de fuste. Es así que se encontró 26.43% de hemicelulosa en el primer nivel, 26.84% en el segundo y 26.75% en el tercer nivel, con promedio general de 26.67%.

La hemicelulosa de la madera encontrada en el presente trabajo está por encima al reportado Díaz (1986) y Cartagena (1994) citados por Márquez (2002), quien reporta que la hemicelulosa en la madera blanda es de 20%.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio, se ve que está por encima a los encontrados por Guevara (2009), quien encontró 18% de hemicelulosa en la madera de *Chrisophyllum sp* (caimitillo), por Fachín (2009), quien encontró 16.40% de hemicelulosa en la madera *Croton* lechleri (sangre de grado) y por Guevara (2013) quien reporta 8.02% de hemicelulosa en la madera de *Schizolobium parahyba* (pashaco blanco).

Cuadro 22: Análisis de varianza de hemicelulosa de la madera versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. α = 0.05
Tratamientos	2	1.4	0.70	0.03	0.971	N.S
Error	42	1010.6	24.1			
Total	44	1012.0				

En el cuadro 22 se observa el Análisis de varianza de hemicelulosa (%) versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que no existe diferencia significativa de hemicelulosa en los niveles de fuste, es decir, que la cantidad de hemicelulosa es similar en los tres niveles de fuste.

4.6.2. Hemicelulosa en la corteza.

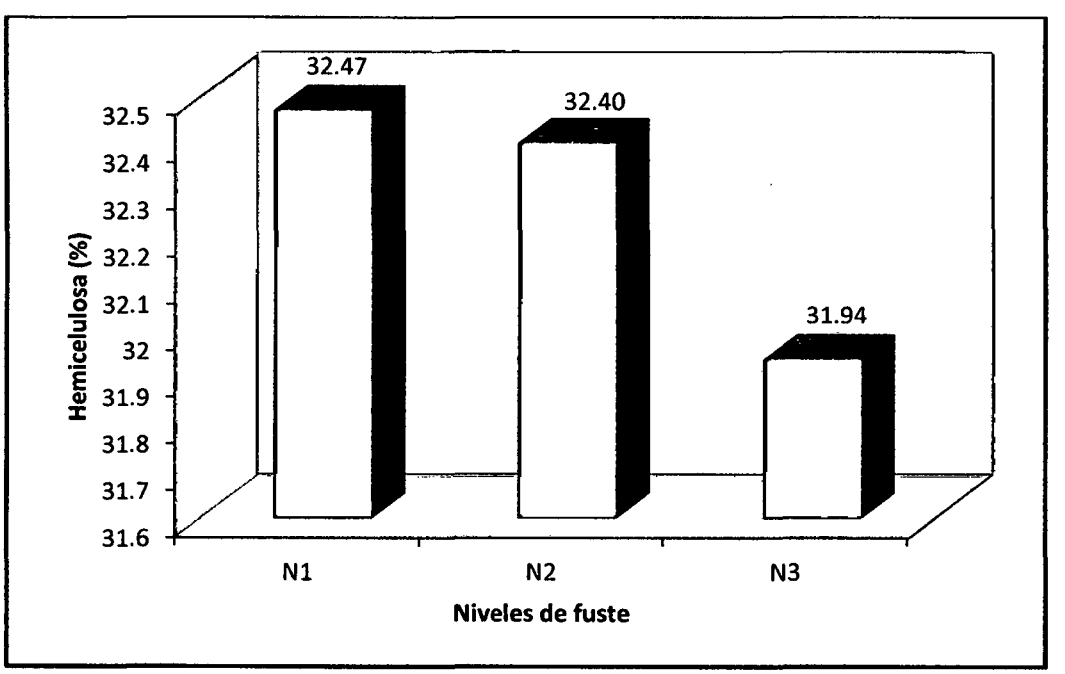


Gráfico 11: Porcentaje de hemicelulosa de la corteza por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 11 se observa el contenido de hemicelulosa (%) de la corteza de *Septotheca tessmannii* **(utucuro)** por niveles de fuste. Es así que

se encontró 32.47% de hemicelulosa en el primer nivel, 32.40% en el segundo y 31.94% en el tercer nivel, con promedio general de 32.27%.

La hemicelulosa de la corteza encontrada en el presente trabajo está por encima al reportado Díaz (1986) y Cartagena (1994) citados por Márquez (2002), quien reporta que la hemicelulosa en la corteza está dentro del 4 – 15%.

Cuadro 23: Análisis de varianza de la hemicelulosa de la corteza versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Tratamientos	2	2.49	1.24	0.37	0.693	N.S.
Error	42	141.00	3.36			
Total	44	143.49				

En el cuadro 23 se observa el Análisis de varianza de hemicelulosa (%) versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que no existe diferencia significativa de hemicelulosa en los niveles de fuste, es decir, que este componente es similar en la corteza de los 3 niveles de fuste.

4.7. Contenido de lignina de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro).

4.7.1. Lignina en la madera.

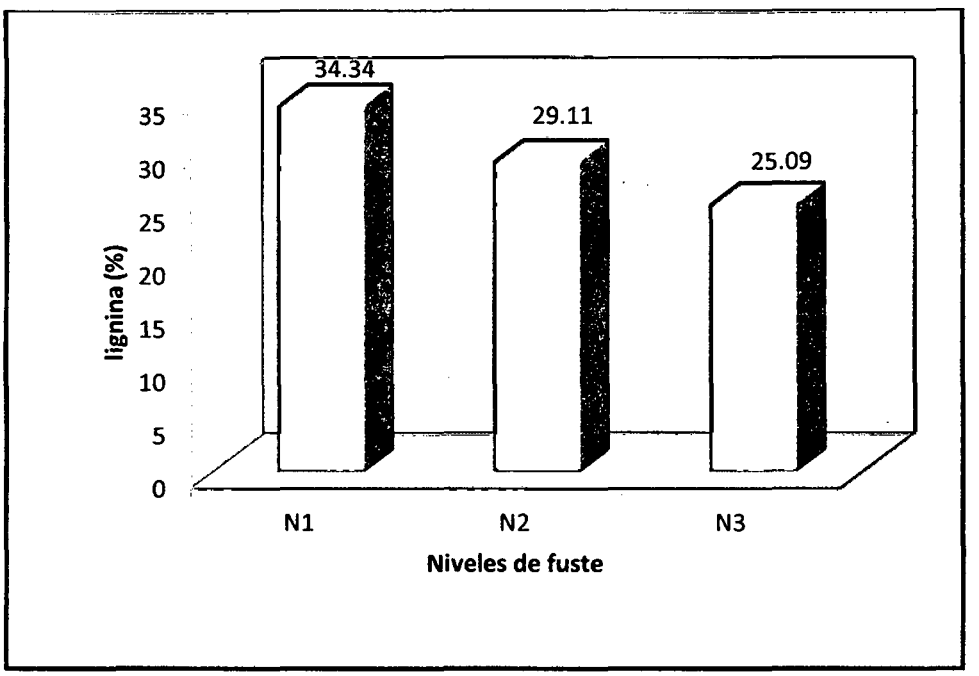


Gráfico 12: Porcentaje de lignina de la madera por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 12 se observa el contenido de lignina (%) por niveles de fuste de la madera de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Así se tiene la lignina es decreciente a medida que el nivel del fuste aumenta, correspondiendo el 34.34% al nivel N1, 29.11% al nivel N2 y 25.09% al nivel N3, con un promedio general de 29.51%.

Según Sharcov (1972) la lignina en las maderas blandas está entre 15 y 30%, y el promedio de lignina obtenido de la madera de está en el rango mencionado por este autor.

Comparando los resultados obtenidos en este estudio, se ve que el promedio de lignina está ligeramente por debajo al encontrado por Guevara (2009), quien encontró 32.35% de lignina en la madera *Chrisophyllum sp* (caimitillo). En cambio está por ligeramente por encima al obtenido por Fachín (2009), quien encontró 27.34% de lignina en la madera de *Croton* lechleri (sangre de

grado); y por encima al encontrado por Guevara (2013) quien reporta 22.46% de lignina en la madera de *Schizolobium parahyba* (pashaco blanco).

Cuadro 24: Análisis de varianza de lignina de la madera versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Tratamientos	2	645.6	322.8	4.89	0.012	*
Error	42	2773.4	66.0			
Total	44	3419.1				

En el cuadro 24 se observa el Análisis de varianza de lignina (%) de la madera versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que existe diferencia significativa de lignina en los niveles de fuste, es decir, que en uno o dos niveles existe mayor proporción de este componente.

Cuadro 25: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina de la madera.

N1	**N2**	**N3**
34.34	29.11	25.09
A	A	
	AB	B

De acuerdo al cuadro 25 (Prueba de medias del contenido de lignina en la madera), se observa que no existe diferencia significativa entre el porcentaje de lignina del nivel N1 (basal) y N2 (medio), así mismo no existe diferencia entre la cantidad de lignina del nivel N2 y el nivel N3 (apical), pero sí existe diferencia entre la cantidad de lignina del nivel N1 y el nivel N3, es decir, que la cantidad de lignina del nivel N1 es mayor al del nivel N3.

La composición y proporción de la lignina depende de muchos factores, entre ellos, el método utilizado para aislarlas, la especie que se estudie, la edad,

parte del árbol, condiciones ambientales en que se ha desarrollado el árbol, etc.(Abarca y Blanco, 2003).

4.7.2. Lignina en la corteza.

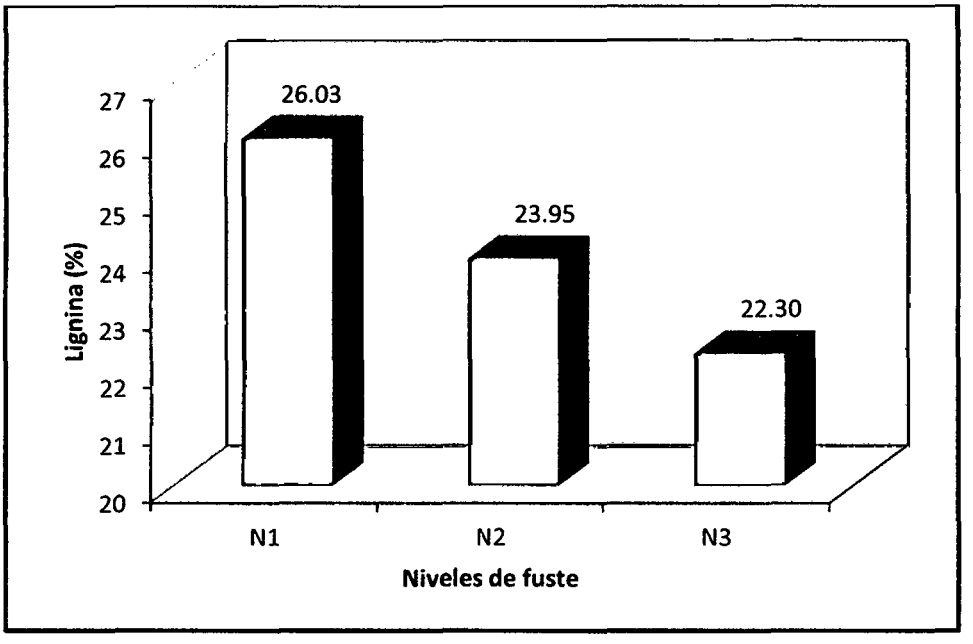


Gráfico 13: Porcentaje de lignina por niveles de fuste de la corteza.

En el cuadro 4 y gráfico 13 se observa el porcentaje de lignina por niveles de fuste de la corteza de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Así se tiene la lignina desciende a medida que el nivel del fuste aumenta, correspondiendo el 26.03% al nivel N1, 23.95% al nivel N2 y 22.30% al nivel N3, con un promedio general de 24.09%, que se encuentra dentro del rango determinado por Sharcov, que establece, que la lignina de la corteza libre de extraíbles de las coníferas es de 15 – 30%.

Comparando los resultados obtenidos en este estudio, se ve que está por debajo al encontrado por Guevara (2009), quien encontró 31.90% de lignina en la corteza de *Chrisophyllum sp* (caimitillo), así también está por debajo al obtenido por Fachín (2009), quien encontró 29.93% de lignina en la madera de *Croton* lechleri (sangre de grado), y al encontrado por Guevara (2013) quien

reporta 28.12% de lignina en la madera de *Schizolobium parahyba* (pashaco blanco).

En resumen, se encontró que la madera tiene mayor promedio de lignina que la corteza, tal como se aprecia en el cuadro 4 y gráfico 1, en el cual se ve el promedio de lignina en la madera es 29.51% y el promedio de lignina en la corteza es 24.09%.

Cuadro 26: Análisis de varianza de lignina de la corteza versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.05$
Tratamientos	2	104.7	52.4	1.37	0.264	N.S.
Error	42	1599.6	38.1			
Total	44	1704.3				

En el cuadro 26 se observa el Análisis de varianza de lignina (%) versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que no existe diferencia significativa de lignina en los niveles de fuste, es decir, que la proporción de lignina es similar en todos los niveles de fuste.

4.8. Contenido de ceniza de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (Utucuro)

4.8.1. Cenizas en la madera.

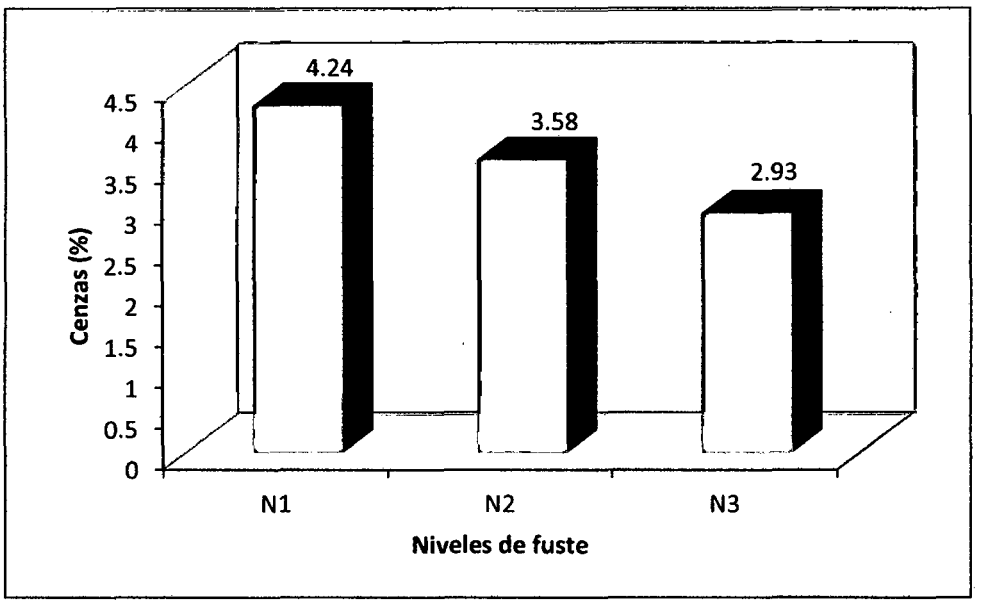


Gráfico 14: Porcentaje de cenizas de la madera por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 14 se observa el promedio del contenido de cenizas (%) por niveles de fuste en la madera de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Así tiene que las cenizas es decreciente a medida que el nivel del fuste aumenta, correspondiendo el 4.24% al nivel N1, 3.58% al nivel N2 y 2.93% al nivel N3, con un promedio general de 3.58%, que está en el rango mencionado por Sjöstrom (1981), quien sostiene que los minerales, expresados como cenizas, alcanza hasta un 5 %, y que las variaciones en las sustancias minerales se pueden atribuir a la humedad no detectada en la madera y a fertilidad del suelo donde se desarrolla la planta (Dadswell, 1962), así como también, la edad de la planta (Carballo, 1990).

Por otro lado el porcentaje de ceniza encontrado en este trabajo es superior a los encontrados por Guevara (2013), quien encontró 2.87% de cenizas en la madera de pashaco blanco, Guevara (2009), quien encontró 2.37% de ceniza en la madera de caimitillo, y acentuándose más esta diferencia al encontrado por Fachín (2009), quien reporta 1.02% de cenizas en la madera de sangre de grado.

Cuadro 27: Análisis de varianza de cenizas de la madera versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. α = 0.01
Tratamientos	2	12.829	6.415	25.20	0.000	**
Error	42	10.692	0.255			
Total	44	23.521				

En el cuadro 27 se observa el análisis de varianza de cenizas (%) de la madera versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que existe diferencia altamente significativa de cenizas en los niveles de fuste, es decir, que en uno o dos niveles existe mayor proporción de este componente.

Cuadro 28: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas de la madera.

N1	**N2**	**N3**
4.24	3.58	2.93
A		
	B	
		C

De acuerdo al cuadro 28 (Prueba de medias del contenido de cenizas en la madera), se observa que existe diferencia significativa entre todos los niveles de fuste, siendo mayor en el nivel N1 (basal), seguido del nivel N2 (medio) y N3 (apical).

Esta variación del contenido de cenizas se debe porque la madera es en sí una sustancia química heterogénea, existiendo una marcada diferencia entre las diferentes especies (Reina, 2006). Así mismo varía en el mismo árbol en dependencia de la parte de que se estudie; del mismo modo, las condiciones del suelo y la edad influyen en los contenidos de sustancias minerales (Carballo, 1990).

4.8.2. Cenizas en la corteza.

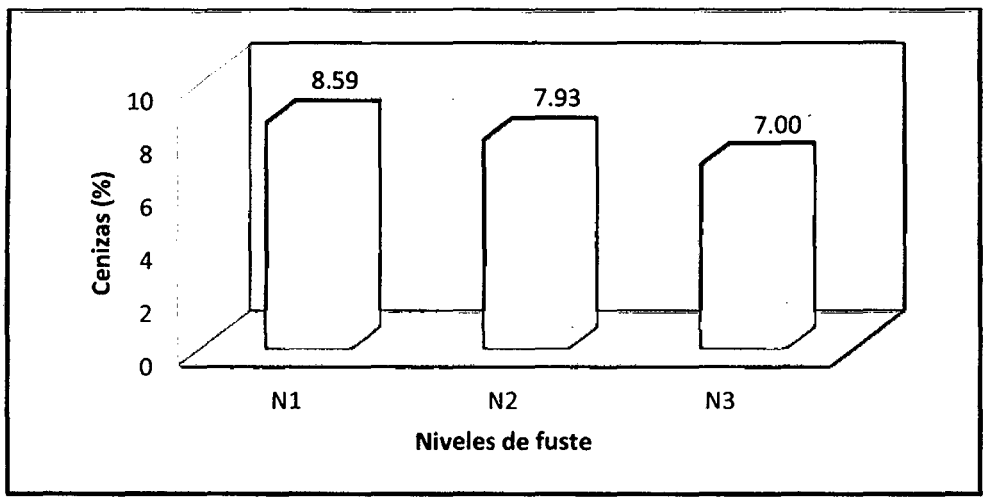


Gráfico 15: Porcentaje de cenizas de la corteza por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 15 se observa el promedio del contenido de cenizas (%) por niveles de fuste en la corteza de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Así tiene que las cenizas disminuye a medida que el nivel del fuste aumenta, correspondiendo el 8.59% al nivel N1, 7.93% al nivel N2 y 7.00% al nivel N3, con un promedio general de 7.84%. Este porcentaje de cenizas está por encima al rango mencionado por Sjöstrom (1981), quien sostiene las cenizas tanto de madera como de corteza, alcanza hasta un 5 %, y que las variaciones en las sustancias minerales (cenizas) se pueden atribuir a la humedad no detectada en la madera y a fertilidad del suelo donde se desarrolla la planta (Dadswell, 1962), así como también, la edad de la planta (Carballo, 1990).

Así mismo el porcentaje de ceniza en la corteza de esta especie está muy por encima de la ceniza de caimitillo, que es de 6.57% (Guevara, 2009), al de sangre de grado, que es de 2.23% (Fachín, 2009) y al de pashaco blanco que es de 2.85% (Guevara, 2013).

En resumen, la cantidad de ceniza de la corteza es superior a la ceniza de la madera, tal como se ve en el cuadro 4 y gráfico 1, donde ve el promedio de cenizas de la madera es 3.58% y el de la corteza es 7.84%.

Cuadro 29: Análisis de varianza de ceniza de la corteza versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.01$
Tratamientos	2	19.337	9.668	15.67	0.000	**
Error	42	25.920	0.617			
Total	44	45.256				

En el cuadro 29 se observa el análisis de varianza de cenizas (%) de la corteza versus niveles de fuste. De acuerdo a esto, se ve que existe diferencia altamente significativa de cenizas en los niveles de fuste, es decir, que en uno o dos niveles existe mayor proporción de este componente.

Cuadro 30: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas de la corteza.

N1	**N2**	**N3**
8.59	7.93	7.00
A	A	
	AB	B

Por otro lado, en el cuadro 30 (Prueba de medias del contenido de cenizas en la corteza), se observa que no existe diferencia significativa entre los niveles N1 (basal) y N2 (medio), así mismo no existe diferencia significativa entre los niveles N2 (medio) y N3 (apical), es decir, que la ceniza en el nivel N1 es similar al del nivel N2, y la ceniza del nivel N2 es similar al del N3; por su parte, la proporción de este componente del nivel N1 es superior al del N3.

4.9. Contenido de sílice de madera y corteza de *Septotheca tessmannii* (utucuro)

4.9.1. Sílice en la madera.

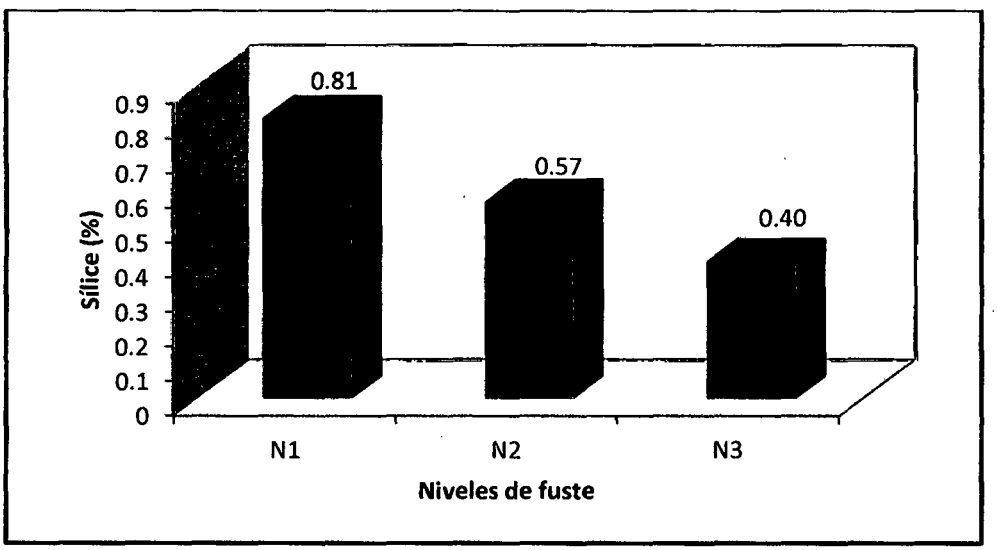


Gráfico 16: Porcentaje de sílice de la madera por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 16 se observa el contenido de sílice (%) de la madera por niveles de fuste de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Es así que este componente disminuye a medida que el fuste aumenta, así se tiene que la madera tiene 0.81% de sílice en el primer nivel (N1), 0.57% en el segundo nivel (N2) y 0.40% en el tercer nivel (N3), con un promedio general de 0.60%, que está dentro del rango al reportado por Panduro (2009), quien señala que este componente no llega al 1% y al mencionado por Almeida, quien reporta el porcentaje de sílice está en el rango de 0.1 – 1.0%.

Al comparar el porcentaje de sílice encontrado en la madera de esta especie se ve que este es inferior al encontrado por Fachín (2009), quien encontró 0.74% de sílice en la madera de sangre de grado, así mismo al encontrado por Guevara (2009), quien reporta 0.98% de sílice en la madera de caimitillo y al encontrado por Guevara (2013), quien encontró 0.66% en la madera de pashaco blanco.

Cuadro 31: Análisis de varianza de sílice de la madera versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.01$
Tratamientos	2	1.3098	0.6549	41.86	0.000	**
Error	42	0.6571	0.0156			
Total	44	1.9669				

En el cuadro 31 se observa el análisis de varianza de sílice (%) de la madera versus niveles de fuste de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).**. De acuerdo a esto, se aprecia que existe diferencia altamente significativa de sílice de la madera en los niveles de fuste. De acuerdo a esto, en uno o dos niveles existe mayor cantidad de sílice.

Cuadro 32: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice de la madera.

N1	**N2**	**N3**
0.81	0.57	0.40
A		
	B	
		C

Por otro lado, en el cuadro 32 (Prueba de medias del contenido de sílice en la madera), se observa que existe diferencia significativa entre todos los niveles de fuse, encontrándose mayor cantidad de sílice en el nivel N1 (basal), seguido del nivel N2 (medio) y nivel N3 (apical).

4.9.2. Sílice en la corteza

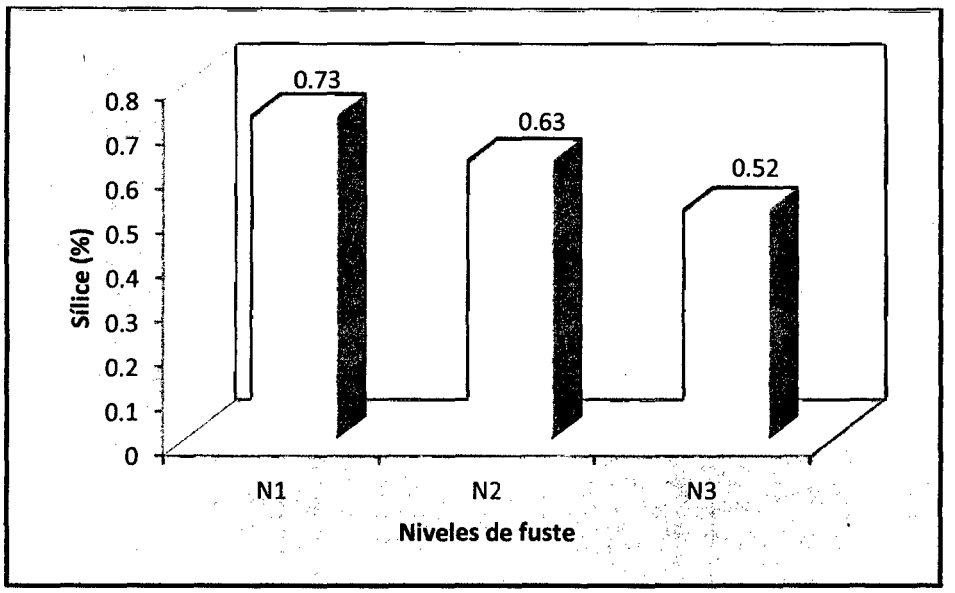


Gráfico 17: Porcentaje de sílice de la corteza por niveles de fuste.

En el cuadro 4 y gráfico 17 se observa el contenido de sílice (%) de la corteza por niveles de fuste de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** Es así que la cantidad de sílice corteza disminuye a medida que el nivel del fuste aumenta, encontrando que el 0.73% en el primer nivel (N1), 0.63% en el segundo nivel (N2) y 0.52% en el tercer nivel (N3), con un promedio general de 0.63%, que está en el rango al reportado por Panduro (2009), quien señala que este componente no llega al 1% y al mencionado por Almeida, quien reporta el porcentaje de sílice está en el rango de 0.1 – 1.0%

Al comparar el porcentaje de sílice en la corteza de esta especie, ésta se encuentra por debajo del sílice del caimitillo, que es de 1.57% (Guevara, 2009), ligeramente inferior al del sangre de grado, que es de 0.64% (Fachín, 2009) y superior al del pashaco blanco, que es de 0.38% (Guevara, 2013).

En resumen, se encontró que la corteza tiene ligeramente mayor promedio de sílice que la madera, tal como se aprecia en el cuadro 4 y gráfico 1.

Cuadro 33: Análisis de varianza de sílice de la corteza versus niveles de fuste.

F.V	G.L.	SC	CM	F	P	Signif. $\alpha = 0.01$
Tratamientos	2	0.3202	0.1601	14.06	0.000	**
Error	42	0.4782	0.0114			
Total	44	0.7984				

En el cuadro 33 se observa el análisis de varianza de sílice (%) de la corteza versus niveles de fuste de *Septotheca tessmannii* **(utucuro).** De acuerdo a esto, se aprecia que existe diferencia altamente significativa de sílice de la corteza en los niveles de fuste. De acuerdo a esto, en uno o dos niveles existe mayor cantidad de sílice.

Cuadro 34: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice de la corteza.

N1	**N2**	**N3**
0.73	0.63	0.52
A		
	B	
		C

En el cuadro 34 (Prueba de medias del contenido de sílice en la corteza), se observa que existe diferencia significativa entre todos los niveles, siendo superior la cantidad de sílice en nivel N1 (basal), seguido del nivel N2 (medio) y nivel N3 (apical).

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El promedio del contenido de humedad de la madera seco al aire de ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro)** fue 17.13%, existiendo diferencia altamente significativa de esta variable en los niveles de fuste, siendo mayor la de la parte basal y menor la de la parte apical con 19.67% y 15.44% respectivamente; mientras que en la corteza el promedio de la humedad de equilibrio fue de 11.16% y no existe diferencia significativa de la humedad en los niveles de fuste.

2. La madera de ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro)** tiene un elevado contenido de extractivos en agua fría con 28.07% y en agua caliente con 23.65%; así mismo un tiene un elevado contenido de celulosa con un promedio de 51.0 %, y hemicelulosa con 26.67%; por su parte el contenido de lignina (29.51%), sílice (0.60%), cenizas (3.58%) están dentro del rango establecidos por diversos autores; mientras que el contenido de extractivos en alcohol es bajo (2.30%).

3. Así mismo la corteza de ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro)** tiene un elevado contenido de extractivos en agua caliente con 21.40% y en agua fría con 20.45%, y cenizas con 7.845; por su parte el contenido de celulosa (42%), hemicelulosa (32.27%), lignina y sílice en la corteza están dentro del rango encontrados por diversos autores; mientras que el contenido de extractivos en alcohol es bajo con 2.91%

4. La madera *de* ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro)** presenta diferencia significativa de los métodos de extracción de extractivos, siendo mayor en el método de agua fría con 28.07%; así mismo existe diferencia significativa entre los niveles de fuste, siendo mayor los extractivos del nivel N1 con 19.18%, holocelulosa siendo mayor en el nivel N1 con 80.73%, celulosa siendo mayor en el del nivel N1 con 54.30%, lignina siendo mayor en el nivel N1 con 34.34%, cenizas siendo mayor en el nivel N1 con 4.24% y

sílice siendo mayor en el nivel N1 con 0.81%.

5. Por su parte la corteza presenta diferencia significativa en los métodos de extracción de extractivos, siendo mayor en agua fría que en agua caliente con 21.40% y 20.45% respectivamente, celulosa siendo mayor en el nivel N1 con 42.89%, cenizas siendo mayor en el nivel N1 con 8.59%, y sílice siendo mayor en el nivel N1 con 0.73% de sílice.

6. Se logró generar información en la Determinación de los Componentes Químicos a nivel básico de madera y corteza de la especie ***Septotheca tessmannii* Ulbr.** procedentes de dos zonas que pertenecen a la Región Ucayali.

5.2. Recomendaciones

1. Se debe realizar estudios de determinación de la composición química a nivel elemental en madera y corteza en los diferentes niveles de fuste en la especie ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro),** para poder tener un estudio más profundo del los elementos estructurales de los principales componentes químicos que se encuentran en mayor porcentaje en la madera y corteza, para así generar mayor información y darle una específica utilidad a esta especie.

2. De acuerdo a los porcentajes de extractivos en agua fría y agua caliente encontrados en la madera y corteza de ***Septotheca tessmannii* Ulbr. (utucuro)**, esta especie se recomienda utilizar en la industria farmacéutica, industria sanitaria, perfumería, producción de etanol, producción de aromatizantes, odorantes, diluyentes de resinas, estabilizadores de emulsiones.

3. De acuerdo al elevado porcentaje celulosa y hemicelulosa que presenta la madera, se recomienda utilizar en la industria de pulpa y papel.

4. Se recomienda utilizar la corteza en producción de compost por tener un elevado porcentaje de cenizas.

BIBLIOGRAFIA

ABARCA R. y BLANCO L. 2003. Composición química de *Tectona grandis* Laboratorio de Productos Forestales, Universidad de Costa Rica

AMADOR, J. (1998), Determinación de componentes químicos de la madera de cinco especies de encino del estado de Puebla. Tesis, Facultad de Química. Universidad de Puebla. México. 77 p.

BEDRIN, A. K. 1987. Corteza de abeto blanco- valioso material para la producción de productos químico-forestales. Guid. y Lesokh. Prom. No. 5: 8 -10.

BELLUOMINI, M. 1995. Posibles barreras preexistentes en *Prosopis alba* (Gris) contra el ataque de *criodion augustatum* Buquet en comparación con *Prosopis nigra* (Gris). Quebracho. No. 3: 65 - 68.

BLAND, D.E. 1985. "The composition and Analysis of eucalyptus wood" Appita, Vol. 38, N°4, p.291-294.

BROWNING, B.L. 1967. Methods of wood chemistry, Intersci, Public. N.Y., London. Vol. 2. 800 p.

CAMARA NACIONAL FORESTAL. 1996. Utilización de Nuevas Especies Forestales en el Perú. Proyecto OIMT PD 37/88 (I). Cámara Nacional Forestal. 240 p.

CAVALCANTE G, L.A. (2006), Descripción taxonómica de las especies del género crotón distribuidos en toda la Amazonía brasileña. Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía-Brasil.

CARBALLO, L. R.1990. The influence of chemical composition anda ge of caribea pine wood (*Pinus caribea*) on the physical and mechanical properties as well as on the yield of sulfite pulp". Faculty of wood Technology, University College of Foresty and wood Technology. Dissertation thesis of the degree of CSc Zvolen. Rep. Eslovaca

CHACALO, 1993. El árbol. Estructura y función. Información Científica y Tecnológica. 15 (207): 45 - 47.en línea con www. Monografías.com.

CHAVESTA C., M. 1996. Maderas para parquet. CONCYTEC. Lima – Perú. 90 p.

COLAN C., V. 1992. Manejo de semillas de 10 especies forestales en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Suelos amazónicos Nº SA – 06. Lima, Perú. 33 p.

CORDERO, E. (2006), Composición química de tres maderas en la provincia del pinar del Río, Cuba a tres alturas del fuste comercial, Revista Chapingo, Serie forestales y del Ambiente vol 10, número 002, Universidad Autónoma Chapingo, México, pp 77-81.

CORONEL, E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades fisicas y mecánicas de las maderas. Primera Parte. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina., p.13-28.

DADSWELL, H. E., WARDROP, A. B. and WATSON, A.J., (1962) "The morphology, Chemistry and pulp characteristics of reaction wood", Fundamentals of Papermarking Fiber, publ. Tech. Sect. Brit. Paper and Board Marker´s Assoc.Inc.pg.187-219.

EDUARDO, C. 2008, Análisis químico de los recursos fibrosos para pulpa Universidad Nacional del Bio. Santiago. 67 p.

FACHÍN V. N. 2009. Determinación cualitativa y cuantitativa de los componentes químicos en corteza y madera de *Croton lechleri* (sangre de grado). Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Perú. 53 p.

FENGEL, D. Y G. WEGENER. 1984. WOOD chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter. Berlin, Alemania. p: 28-65. En línea con http://www.fao.org/

FONSECA M, M. 2006. Determinación de la composición química de la madera de pino candelillo (*Pinus maximinoi H. E. Moore*) procedente de la Finca Río Frío, Tactic, Alta Veracruz. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala. 154 p.

GARCÍA H. C., GUYAT D. M. A., MARTELL O. D., CAPOTE V. P. 2004. Caracterización química del follaje, corteza y madera de cinco especies forestales del grupo de Guamuhaya. Revista Forestal Baracoan. Vol 24 no. 1.

GIMÉNEZ A., J. 1995. Estructura cortical de anacardiáceas argentinas. Quebracho. No. 3: 24 - 26.

GLASSER, W.G. y GLASSER, H. R. 1981. Paper Puer, 63, p.11-83.

GOHEEN, D.W. 1972. Silvichemicals - what future? American Institute of Chemical Engineers Symposium 69, p. 20-24

GOLDSTEIN, I.S., HOLLEY, D.L. y DEAL, E.L. 1978. Economic aspects of lowgrade hardwood utilization. *For. Prod.* J., 28. En prensa.

GUARDIOLA, J. L. Y AMPARO, G. L., (1995) Fisiología Vegetal, Nutrición y Transporte. Editora Síntesis. Valencia, España. Pg. 27-63.

GUEVARA A., E. 2009. Determinación de los componentes químicos en la madera y corteza de *Chrisophyllum sp* (caimitillo) en Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Perú. 55 p.

HAFIZOGLU H., M. USTA, O. BILGIN. 1997. Wood and bark composition of Picea orientalis (L) Link. Holzforschung. 51:2 p. 114 -118.

HIGGINS H.G., A.W. MCKENZIE. 1958. The structure and properties of paper. Australian J. Appl. Sci. 9(2), 167 p.

HIRATA, T. AND NISHIMOTO, T. 1991. DSC,DTA and TG of celluloseuntreated and treated with flame-retardant., Thermochimica Acta 193, Elsevier Science Publ.., Amsterdam, p. 99-106.

INDEX KEWENSIS, 1993. Compact Disc. Royal Botanical Gardens, Kew. England.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI BIBLIOTECA CENTRAL

INIA. 1996. Manual de Identificación de especies forestales de la Sub-región andina.INIA, OIMT. Lima, PE. Organización Internacional de Maderas Tropicales. 489 p.

JOLKIN, Y. I. 1989. Tecnología de las producciones hidrolíticas. Edit. Lesnaya Prom. Moscú. 496 p.

KOTTES ANDREWS, B. A. Y REINHARDT, R. M. 1996. Enhanced cotton textiles from utilization research. ACS, Series.

LEON W y ESPINOZA N. 2001. Anatomía de la madera. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida. 397 p.

MÁRQUEZ F 2002. Transformación térmica de la madera, trabajo recopilado de monografías.com.

MÁRQUEZ, F. 1999. Cellulose saccharification for fermentation industry applications. *Biotechnol.* 285-292. En línea con http://www.fao.org/

MARROQUÍN G., A. 2008. Obtención del extracto tánico por maceración dinámica de árboles jóvenes de cuatro especies forestales, a nivel Laboratorio. Tesis para optar el Título de Ingeniera Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala. 285 p.

MARTÍNEZ, F. 1983. Obtención de taninos a partir de corteza de dos especies de Forestal Baracoa. 3 (1): 51.

MARTÍNEZ, M. 1992. Los pinos mexicanos. ed. Botas 3a. Edición. 261 p.

MARX – FIGINI, M. 1964. Papier, 18. p, 546 – 549.

MONTEOLIVA, S; NUÑEZ, C; IGARTÚA, D 2002. Densidad básica, longitud de fibras y composición química de la madera de una plantación de *Eucalyptus globulus* en la provincia de Buenos Aires, Argentina

NAVARRO, R. M. 2008. Transformación eficiente de la Madera en Biocombustible. Universidad de Pekín. Lausana. Pg. 45.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 1979. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao. Lima, Perú. 225 p

OREA, I. 2006.Estudio Comparativo de la Composición Química de la corteza de tres especies de eucalipto a tres alturas del fuste comercial. Revista de ciencias forestales. Quebracho Nº 13.Cuba.55 p.

PADT – REFORT/JUNAC. 2000. Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Primera reimpresión. Princeliness EIRL. Lima, Perú. 599 p.

PANDURO C., C. 2009. Manual de Práctica de Laboratorio de Química de la madera. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Perú. 46 p.

PANDURO, C. 2010. Guía de práctica de transformación química de la madera. FCFyA/UNU. 35 p.

PAZ, F. (2008), Determinación de la composición química de la madera obtenida del primer clareo en árboles de Melina (*Gmelina arbórea* Roxb.), de una Plantación proveniente del departamento de Izabal, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 122 p.

PEREIRA, H., and Sardinhas, R., (1991) "Chemical composition of Eucalyptus *globulus Labill*". Appita. Vol. Nº 8. pg. 661-664.

REINA, J 2006. Aprovechamiento energético de maderas residuales, Primera parte: Caracterización de la madera y procesos de conversión termoquímico, Energy & Waste Tehcnologies. E&Wtech. 29 p.

SAKAKIBARA, K. 1980. Utilization of lignins isolated under mild conditions from wood or wood waste for the production of useful chemicals and other chemical products. Special paper, 8th World Forestry Congress. En línea http://www.fao.org

SATTLER, Y. 1993. New compounds of the manumycin group of antibiotics and a fracilitated rouce for their structure elucidation. Org. Chem. No. 58: 6583.

SHAFIZADEH, F. 1978. Development of pyrolysis as a new method to meet the increasing demands for food chemicals and fuel. Special paper, 8th World Forestry Congress.

SHARKOV, V. Y. 1972. Química de las Hemicelulosas. Editorial Lesnaya Prom. Moscú. 440 p

SJÖSTROM, E. 1981. Wood Wood chemistry fundamentals and applications. New York, Academic Press. 98-103. pg. 223.

STAMM, A.J. y HARRIS, E.E. 1953. Chemical processing of wood. Chemical Publishing Co., p. 392-577. Nueva York.

TANNER, W. AND LOEWUS, F. A. 1981. Extracelular carbohydrates, Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol.13B, Plant Carbohidrates II, N.Y.

TEZEN R, P. 2008. Determinación del contenido tánico en la corteza de cinco especies forestales aprovechadas en el aserradero de la Asociación de Cooperativas Forestales de Petén. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Guatemala. 106 p.

TRUJILLO.2008. caracterización de los extractos del aserrín y corteza de *coumarouna odorata* (shihuahuaco), en agua y solventes orgánicos con efecto fungicida e insecticida. Pucallpa. Pg. 40.

ANEXOS

Anexo 1: Cuadros de datos para la determinación de los componentes químicos.

Cuadro 35: Contenido de humedad y extractivos en agua fría de la madera

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.F.A.
1	1ª	1	0.445	24.650	2.008	1.513	29.411
		2	0.462	24.650	2.009	1.514	30.520
		3	0.490	24.650	2.006	1.512	32.418
	1b	1	0.472	17.420	2.010	1.660	28.436
		2	0.466	17.420	2.010	1.660	28.075
		3	0.486	17.420	2.009	1.659	29.294
	1c	1	0.508	16.120	2.004	1.681	30.221
		2	0.528	16.120	2.005	1.682	31.395
		3	0.521	16.120	2.009	1.685	30.917
2	2ª	1	0.550	24.090	2.002	1.520	36.191
		2	0.558	24.090	2.003	1.520	36.699
		3	0.574	24.090	2.006	1.523	37.695
	2b	1	0.494	20.130	2.001	1.598	30.910
		2	0.574	20.130	2.000	1.597	35.933
		3	0.558	20.130	2.003	1.600	34.879
	2c	1	0.475	19.220	2.001	1.616	29.386
		2	0.513	19.220	2.002	1.617	31.721
		3	0.505	19.220	2.001	1.616	31.242
3	3ª	1	0.607	15.910	2.008	1.689	35.948
		2	0.395	15.910	2.007	1.688	23.405
		3	0.423	15.910	2.005	1.686	25.089
	3b	1	0.384	14.950	2.004	1.704	22.530
		2	0.398	14.950	2.007	1.707	23.316
		3	0.398	14.950	2.005	1.705	23.340
	3c	1	0.496	13.890	2.009	1.730	28.671
		2	0.596	13.890	2.007	1.728	34.486
		3	0.611	13.890	2.006	1.727	35.372
4	4ª	1	0.434	15.160	2.009	1.704	25.463
		2	0.447	15.160	2.008	1.704	26.239
		3	0.468	15.160	2.010	1.705	27.444
	4b	1	0.358	12.010	2.008	1.767	20.262
		2	0.387	12.010	2.007	1.766	21.914
		3	0.361	12.010	2.006	1.765	20.452
	4c	1	0.349	11.370	2.008	1.780	19.610
		2	0.360	11.370	2.009	1.781	20.218
		3	0.361	11.370	2.008	1.780	20.284
5	5ª	1	0.445	18.540	2.007	1.635	27.219
		2	0.467	18.540	2.001	1.630	28.650

5		3	0.452	18.540	2.009	1.637	27.619
	5b	1	0.435	16.950	2.007	1.667	26.098
		2	0.431	16.950	2.007	1.667	25.858
		3	0.430	16.950	2.003	1.663	25.849
	5c	1	0.412	16.600	2.008	1.675	24.602
		2	0.408	16.600	2.007	1.674	24.375
		3	0.396	16.600	2.009	1.676	23.635

Cuadro 36: contenido de humedad y extractivos en agua fría de la corteza

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.F.C.
1	1a	1	0.397	11.460	2.007	1.777	22.341
		2	0.399	11.460	2.005	1.775	22.476
		3	0.416	11.460	2.006	1.776	23.422
	1b	1	0.411	10.960	2.008	1.788	22.988
		2	0.413	10.960	2.010	1.790	23.076
		3	0.384	10.960	2.008	1.788	21.477
	1c	1	0.380	10.670	2.006	1.792	21.206
		2	0.387	10.670	2.010	1.796	21.553
		3	0.377	10.670	2.002	1.788	21.080
2	2a	1	0.303	10.320	2.006	1.799	16.843
		2	0.306	10.320	2.005	1.798	17.018
		3	0.314	10.320	2.008	1.801	17.437
	2b	1	0.300	8.670	2.008	1.834	16.359
		2	0.302	8.670	2.004	1.830	16.500
		3	0.311	8.670	2.003	1.829	17.001
	2c	1	0.396	8.520	2.009	1.838	21.547
		2	0.344	8.520	2.003	1.832	18.774
		3	0.355	8.520	2.005	1.834	19.355
3	3a	1	0.371	9.960	2.009	1.809	20.510
		2	0.387	9.960	2.007	1.807	21.415
		3	0.389	9.960	2.004	1.804	21.558
	3b	1	0.365	9.230	2.007	1.822	20.036
		2	0.361	9.230	2.008	1.823	19.806
		3	0.370	9.230	2.003	1.818	20.351
	3c	1	0.386	8.370	2.004	1.836	21.021
		2	0.437	8.370	2.007	1.839	23.763
		3	0.417	8.370	2.002	1.834	22.732
4	4a	1	0.375	14.900	2.005	1.706	21.978
		2	0.368	14.900	2.006	1.707	21.557
		3	0.366	14.900	2.003	1.705	21.472

4	4b	1	0.358	14.310	2.002	1.716	20.868
		2	0.349	14.310	2.008	1.721	20.283
		3	0.355	14.310	2.007	1.720	20.642
	4c	1	0.345	13.210	2.005	1.740	19.826
		2	0.339	13.210	2.001	1.737	19.520
		3	0.348	13.210	2.010	1.744	19.949
5	5a	1	0.369	12.770	2.002	1.746	21.130
		2	0.374	12.770	2.005	1.749	21.384
		3	0.365	12.770	2.009	1.752	20.828
	5b	1	0.365	12.620	2.008	1.755	20.803
		2	0.354	12.620	2.007	1.754	20.186
		3	0.349	12.620	2.005	1.752	19.920
	5c	1	0.357	11.410	2.001	1.773	20.139
		2	0.344	11.410	2.004	1.775	19.377
		3	0.335	11.410	2.006	1.777	18.851

Cuadro 34: Extractivos en agua caliente de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.C.A.
1	1a	1	0.407	24.650	2.005	1.511	26.940
		2	0.418	24.650	2.004	1.510	27.682
		3	0.420	24.650	2.006	1.512	27.787
	1b	1	0.334	17.420	2.009	1.659	20.132
		2	0.349	17.420	2.008	1.658	21.047
		3	0.352	17.420	2.002	1.653	21.291
	1c	1	0.422	16.120	2.006	1.683	25.080
		2	0.424	16.120	2.004	1.681	25.224
		3	0.416	16.120	2.006	1.683	24.723
2	2a	1	0.334	24.090	2.003	1.520	21.967
		2	0.324	24.090	2.010	1.526	21.235
		3	0.324	24.090	2.007	1.524	21.267
	2b	1	0.467	20.130	2.004	1.601	29.177
		2	0.468	20.130	2.004	1.601	29.239
		3	0.465	20.130	2.004	1.601	29.052
	2c	1	0.422	19.220	2.006	1.620	26.042
		2	0.403	19.220	2.009	1.623	24.833
		3	0.407	19.220	2.006	1.620	25.117
3	3a	1	0.391	15.910	2.003	1.684	23.214
		2	0.398	15.910	2.008	1.689	23.571
		3	0.392	15.910	2.010	1.690	23.192
	3b	1	0.367	14.950	2.005	1.705	21.522
		2	0.343	14.950	2.007	1.707	20.094

3		3	0.371	14.950	2.010	1.710	21.702
	3c	1	0.496	13.890	2.006	1.727	28.714
		2	0.482	13.890	2.005	1.727	27.918
		3	0.512	13.890	2.007	1.728	29.626
4	4a	1	0.381	15.160	2.005	1.701	22.398
		2	0.404	15.160	2.007	1.703	23.726
		3	0.385	15.160	2.005	1.701	22.633
	4b	1	0.364	12.010	2.008	1.767	20.602
		2	0.370	12.010	2.009	1.768	20.931
		3	0.343	12.010	2.007	1.766	19.423
	4c	1	0.378	11.370	2.008	1.780	21.240
		2	0.353	11.370	2.003	1.775	19.884
		3	0.378	11.370	2.008	1.780	21.240
5	5a	1	0.411	18.540	2.007	1.635	25.139
		2	0.415	18.540	2.007	1.635	25.384
		3	0.412	18.540	2.004	1.632	25.238
	5b	1	0.374	16.950	2.004	1.664	22.472
		2	0.381	16.950	2.008	1.668	22.847
		3	0.376	16.950	2.005	1.665	22.581
	5c	1	0.342	16.600	2.004	1.671	20.463
		2	0.339	16.600	2.006	1.673	20.263
		3	0.344	16.600	2.008	1.675	20.541

Cuadro 35: Extractivos en agua caliente de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.C.C.
1	1a	1	0.462	11.460	2.009	1.779	25.973
		2	0.463	11.460	2.007	1.777	26.055
		3	0.450	11.460	2.009	1.779	25.298
	1b	1	0.430	10.960	2.010	1.790	24.026
		2	0.432	10.960	2.006	1.786	24.186
		3	0.434	10.960	2.008	1.788	24.274
	1c	1	0.422	10.670	2.008	1.794	23.526
		2	0.423	10.670	2.003	1.789	23.641
		3	0.412	10.670	2.005	1.791	23.003
2	2a	1	0.386	10.320	2.006	1.799	21.457
		2	0.380	10.320	2.010	1.803	21.081
		3	0.388	10.320	2.009	1.802	21.536
	2b	1	0.412	8.670	2.009	1.835	22.455
		2	0.404	8.670	2.007	1.833	22.040
		3	0.409	8.670	2.005	1.831	22.335
	2c	1	0.222	8.520	2.006	1.835	12.098

2		2	0.233	8.520	2.008	1.837	12.684
		3	0.227	8.520	2.004	1.833	12.382
3	3a	1	0.273	9.960	2.005	1.805	15.122
		2	0.278	9.960	2.008	1.808	15.376
		3	0.271	9.960	2.007	1.807	14.996
	3b	1	0.404	9.230	2.005	1.820	22.199
		2	0.419	9.230	2.009	1.824	22.977
		3	0.431	9.230	2.006	1.821	23.670
	3c	1	0.386	8.370	2.008	1.840	20.979
		2	0.393	8.370	2.005	1.837	21.391
		3	0.393	8.370	2.007	1.839	21.370
4	4a	1	0.398	14.900	2.004	1.705	23.338
		2	0.389	14.900	2.008	1.709	22.764
		3	0.395	14.900	2.006	1.707	23.139
	4b	1	0.379	14.310	2.003	1.716	22.081
		2	0.375	14.310	2.005	1.718	21.827
		3	0.366	14.310	2.007	1.720	21.282
	4c	1	0.345	13.210	2.009	1.744	19.787
		2	0.339	13.210	2.006	1.741	19.471
		3	0.348	13.210	2.004	1.739	20.008
5	5a	1	0.406	12.770	2.003	1.747	23.237
		2	0.409	12.770	2.007	1.751	23.362
		3	0.411	12.770	2.004	1.748	23.511
	5b	1	0.400	12.620	2.002	1.749	22.866
		2	0.397	12.620	2.006	1.753	22.649
		3	0.387	12.620	2.007	1.754	22.067
	5c	1	0.375	11.410	2.007	1.778	21.091
		2	0.389	11.410	2.009	1.780	21.857
		3	0.398	11.410	2.005	1.776	22.407

Cuadro 36: Extractivos en alcohol de la madera

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.A.
1	1a	1	0.062	24.650	2.004	1.510	4.106
		2	0.060	24.650	2.007	1.512	3.968
		3	0.063	24.650	2.002	1.509	4.176
	1b	1	0.028	17.420	2.003	1.654	1.693
		2	0.024	17.420	2.003	1.654	1.451
		3	0.029	17.420	2.003	1.654	1.753
	1c	1	0.022	16.120	2.003	1.680	1.309
		2	0.029	16.120	2.009	1.685	1.721
		3	0.027	16.120	2.005	1.682	1.605

2	2a	1	0.042	24.090	2.003	1.520	2.762
		2	0.052	24.090	2.006	1.523	3.415
		3	0.061	24.090	2.007	1.524	4.004
	2b	1	0.027	20.130	2.004	1.601	1.687
		2	0.032	20.130	2.006	1.602	1.997
		3	0.031	20.130	2.005	1.601	1.936
	2c	1	0.016	19.220	2.007	1.621	0.987
		2	0.021	19.220	2.008	1.622	1.295
		3	0.018	19.220	2.007	1.621	1.110
3	3a	1	0.072	15.910	2.003	1.684	4.275
		2	0.081	15.910	2.006	1.687	4.802
		3	0.068	15.910	2.004	1.685	4.035
	3b	1	0.035	14.950	2.000	1.701	2.058
		2	0.042	14.950	2.006	1.706	2.462
		3	0.038	14.950	2.004	1.704	2.230
	3c	1	0.031	13.890	2.002	1.724	1.798
		2	0.029	13.890	2.001	1.723	1.683
		3	0.028	13.890	2.002	1.724	1.624
4	4a	1	0.045	15.160	2.002	1.698	2.649
		2	0.048	15.160	2.005	1.701	2.822
		3	0.042	15.160	2.002	1.698	2.473
	4b	1	0.038	12.010	2.005	1.764	2.154
		2	0.035	12.010	2.004	1.763	1.985
		3	0.033	12.010	2.002	1.762	1.873
	4c	1	0.028	11.370	2.005	1.777	1.576
		2	0.026	11.370	2.004	1.776	1.464
		3	0.022	11.370	2.002	1.774	1.240
5	5a	1	0.042	18.540	2.004	1.632	2.573
		2	0.045	18.540	2.005	1.633	2.755
		3	0.048	18.540	2.003	1.632	2.942
	5b	1	0.038	16.950	2.005	1.665	2.282
		2	0.036	16.950	2.006	1.666	2.161
		3	0.039	16.950	2.007	1.667	2.340
	5c	1	0.021	16.600	2.002	1.670	1.258
		2	0.027	16.600	2.004	1.671	1.615
		3	0.025	16.600	2.006	1.673	1.494

Cuadro 37: Extractivos en alcohol de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%E.A.C.
1	1a	1	0.059	11.460	2.008	1.778	3.319
		2	0.056	11.460	2.005	1.775	3.155
		3	0.054	11.460	2.003	1.773	3.045
	1b	1	0.044	10.960	2.003	1.783	2.467
		2	0.052	10.960	2.009	1.789	2.907
		3	0.048	10.960	2.003	1.783	2.691
	1c	1	0.025	10.670	2.008	1.794	1.394
		2	0.024	10.670	2.006	1.792	1.339
		3	0.029	10.670	2.003	1.789	1.621
2	2a	1	0.051	10.320	2.004	1.797	2.838
		2	0.054	10.320	2.002	1.795	3.008
		3	0.049	10.320	2.006	1.799	2.724
	2b	1	0.044	8.670	2.005	1.831	2.403
		2	0.042	8.670	2.007	1.833	2.291
		3	0.039	8.670	2.003	1.829	2.132
	2c	1	0.045	8.520	2.008	1.837	2.450
		2	0.038	8.520	2.005	1.834	2.072
		3	0.031	8.520	2.002	1.831	1.693
3	3a	1	0.081	9.960	2.008	1.808	4.480
		2	0.077	9.960	2.006	1.806	4.263
		3	0.079	9.960	2.007	1.807	4.372
	3b	1	0.079	9.230	2.004	1.819	4.343
		2	0.072	9.230	2.002	1.817	3.962
		3	0.068	9.230	2.001	1.816	3.744
	3c	1	0.062	8.370	2.004	1.836	3.376
		2	0.058	8.370	2.003	1.835	3.160
		3	0.056	8.370	2.002	1.834	3.053
4	4a	1	0.048	14.900	2.005	1.706	2.813
		2	0.062	14.900	2.007	1.708	3.630
		3	0.068	14.900	2.009	1.710	3.977
	4b	1	0.057	14.310	2.008	1.721	3.313
		2	0.059	14.310	2.009	1.722	3.427
		3	0.055	14.310	2.006	1.719	3.200
	4c	1	0.048	13.210	2.006	1.741	2.757
		2	0.046	13.210	2.004	1.739	2.645
		3	0.044	13.210	2.003	1.738	2.531
5	5a	1	0.053	12.770	2.010	1.753	3.023
		2	0.056	12.770	2.008	1.752	3.197
		3	0.052	12.770	2.006	1.750	2.972

5	5b	1	0.050	12.620	2.009	1.755	2.848
		2	0.048	12.620	2.007	1.754	2.737
		3	0.046	12.620	2.005	1.752	2.626
	5c	1	0.040	11.410	2.004	1.775	2.253
		2	0.042	11.410	2.006	1.777	2.363
		3	0.044	11.410	2.008	1.779	2.473

Cuadro 38: Holocelulosa de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%H.A.
1	1a	1	1.230	24.650	2.006	1.512	81.375
		2	1.239	24.650	2.003	1.509	82.093
		3	1.242	24.650	2.010	1.515	82.005
	1b	1	1.228	17.420	2.007	1.657	74.093
		2	1.236	17.420	2.008	1.658	74.538
		3	1.232	17.420	2.010	1.660	74.223
	1c	1	1.235	16.120	2.008	1.684	73.324
		2	1.217	16.120	2.005	1.682	72.363
		3	1.227	16.120	2.005	1.682	72.958
2	2a	1	1.236	24.090	2.009	1.525	81.047
		2	1.238	24.090	2.006	1.523	81.300
		3	1.246	24.090	2.001	1.519	82.030
	2b	1	1.242	20.130	2.002	1.599	77.674
		2	1.239	20.130	2.002	1.599	77.486
		3	1.229	20.130	2.007	1.603	76.669
	2c	1	1.215	19.220	2.010	1.624	74.830
		2	1.218	19.220	2.006	1.620	75.164
		3	1.224	19.220	2.009	1.623	75.422
3	3a	1	1.339	15.910	2.002	1.683	79.538
		2	1.375	15.910	2.003	1.684	81.635
		3	1.374	15.910	2.005	1.686	81.494
	3b	1	1.383	14.950	2.009	1.709	80.941
		2	1.359	14.950	2.006	1.706	79.655
		3	1.331	14.950	2.008	1.708	77.936
	3c	1	1.331	13.890	2.002	1.724	77.208
		2	1.329	13.890	2.006	1.727	76.938
		3	1.331	13.890	2.010	1.731	76.900
4	4a	1	1.326	15.160	2.008	1.704	77.836
		2	1.328	15.160	2.003	1.699	78.148
		3	1.334	15.160	2.006	1.702	78.383
	4b	1	1.323	12.010	2.007	1.766	74.917
		2	1.312	12.010	2.008	1.767	74.257

4		3	1.303	12.010	2.002	1.762	73.969
	4c	1	1.305	11.370	2.006	1.778	73.400
		2	1.316	11.370	2.009	1.781	73.909
		3	1.309	11.370	2.008	1.780	73.552
5	5a	1	1.339	18.540	2.008	1.636	81.860
		2	1.326	18.540	2.004	1.632	81.227
		3	1.322	18.540	2.006	1.634	80.901
	5b	1	1.315	16.950	2.005	1.665	78.972
		2	1.324	16.950	2.008	1.668	79.393
		3	1.318	16.950	2.010	1.669	78.955
	5c	1	1.312	16.600	2.006	1.673	78.422
		2	1.309	16.600	2.009	1.676	78.126
		3	1.298	16.600	2.004	1.671	77.662

Cuadro 39: Holocelulosa de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%H.C.
1	1a	1	1.349	11.460	2.008	1.778	75.877
		2	1.342	11.460	2.002	1.773	75.709
		3	1.345	11.460	2.010	1.780	75.576
	1b	1	1.345	10.960	2.004	1.784	75.377
		2	1.334	10.960	2.003	1.783	74.798
		3	1.343	10.960	2.002	1.783	75.340
	1c	1	1.325	10.670	2.004	1.790	74.015
		2	1.337	10.670	2.005	1.791	74.648
		3	1.323	10.670	2.005	1.791	73.867
2	2a	1	1.336	10.320	2.002	1.795	74.413
		2	1.340	10.320	2.004	1.797	74.561
		3	1.338	10.320	2.007	1.800	74.338
	2b	1	1.302	8.670	2.003	1.829	71.173
		2	1.310	8.670	2.010	1.836	71.361
		3	1.318	8.670	2.003	1.829	72.048
	2c	1	1.302	8.520	2.005	1.834	70.986
		2	1.308	8.520	2.008	1.837	71.206
		3	1.310	8.520	2.003	1.832	71.493
3	3a	1	1.311	9.960	2.003	1.804	72.692
		2	1.301	9.960	2.004	1.804	72.101
		3	1.310	9.960	2.008	1.808	72.456
	3b	1	1.303	9.230	2.006	1.821	71.560
		2	1.288	9.230	2.005	1.820	70.772
		3	1.282	9.230	2.006	1.821	70.407
	3c	1	1.275	8.370	2.008	1.840	69.296

3		2	1.290	8.370	2.004	1.836	70.251
		3	1.289	8.370	2.006	1.838	70.127
4	4a	1	1.336	14.900	2.008	1.709	78.183
		2	1.342	14.900	2.006	1.707	78.613
		3	1.345	14.900	2.009	1.710	78.671
	4b	1	1.329	14.310	2.009	1.722	77.200
		2	1.322	14.310	2.004	1.717	76.985
		3	1.333	14.310	2.005	1.718	77.586
	4c	1	1.326	13.210	2.009	1.744	76.049
		2	1.329	13.210	2.008	1.743	76.259
		3	1.321	13.210	2.007	1.742	75.838
5	5a	1	1.312	12.770	2.002	1.746	75.128
		2	1.326	12.770	2.003	1.747	75.892
		3	1.333	12.770	2.004	1.748	76.255
	5b	1	1.322	12.620	2.002	1.749	75.571
		2	1.327	12.620	2.001	1.748	75.895
		3	1.329	12.620	2.005	1.752	75.858
	5c	1	1.339	11.410	2.002	1.774	75.497
		2	1.328	11.410	2.003	1.774	74.840
		3	1.345	11.410	2.006	1.777	75.684

Cuadro 40: Celulosa de la madera

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%C.A.
1	1a	1	0.908	24.650	2.002	1.509	60.192
		2	0.918	24.650	2.009	1.514	60.643
		3	0.913	24.650	2.006	1.512	60.403
	1b	1	0.913	17.420	2.002	1.653	55.225
		2	0.906	17.420	2.009	1.659	54.610
		3	0.910	17.420	2.006	1.657	54.933
	1c	1	0.889	16.120	2.008	1.684	52.781
		2	0.896	16.120	2.002	1.679	53.356
		3	0.893	16.120	2.006	1.683	53.072
2	2a	1	0.894	24.090	2.004	1.521	58.768
		2	0.891	24.090	2.007	1.524	58.483
		3	0.893	24.090	2.008	1.524	58.585
	2b	1	0.894	20.130	2.007	1.603	55.771
		2	0.891	20.130	2.008	1.604	55.556
		3	0.898	20.130	2.009	1.605	55.965
	2c	1	0.842	19.220	2.008	1.622	51.909
		2	0.841	19.220	2.004	1.619	51.951

2		3	0.842	19.220	2.007	1.621	51.935
3	3a	1	0.875	15.910	2.008	1.689	51.820
		2	0.878	15.910	2.006	1.687	52.050
		3	0.879	15.910	2.006	1.687	52.109
	3b	1	0.855	14.950	2.004	1.704	50.164
		2	0.853	14.950	2.006	1.706	49.997
		3	0.854	14.950	2.005	1.705	50.081
	3c	1	0.866	13.890	2.005	1.727	50.159
		2	0.862	13.890	2.009	1.730	49.828
		3	0.864	13.890	2.006	1.727	50.018
4	4a	1	0.806	15.160	2.006	1.702	47.359
		2	0.823	15.160	2.008	1.704	48.310
		3	0.818	15.160	2.006	1.702	48.064
	4b	1	0.789	12.010	2.007	1.766	44.678
		2	0.783	12.010	2.008	1.767	44.316
		3	0.792	12.010	2.006	1.765	44.871
	4c	1	0.752	11.370	2.005	1.777	42.318
		2	0.773	11.370	2.008	1.780	43.435
		3	0.765	11.370	2.007	1.779	43.006
5	5a	1	0.860	18.540	2.005	1.633	52.655
		2	0.857	18.540	2.007	1.635	52.419
		3	0.859	18.540	2.006	1.634	52.568
	5b	1	0.738	16.950	2.008	1.668	44.254
		2	0.760	16.950	2.006	1.666	45.619
		3	0.749	16.950	2.004	1.664	45.003
	5c	1	0.744	16.600	2.005	1.672	44.493
		2	0.763	16.600	2.004	1.671	45.652
		3	0.754	16.600	2.007	1.674	45.046

Cuadro 41: Celulosa de la corteza

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%C.C.
1	1a	1	0.740	11.460	2.009	1.779	41.602
		2	0.773	11.460	2.007	1.777	43.500
		3	0.757	11.460	2.008	1.778	42.579
	1b	1	0.728	10.960	2.002	1.783	40.840
		2	0.753	10.960	2.003	1.783	42.221
		3	0.741	10.960	2.005	1.785	41.507
	1c	1	0.749	10.670	2.002	1.788	41.881
		2	0.757	10.670	2.003	1.789	42.308
		3	0.753	10.670	2.004	1.790	42.063
	2a	1	0.811	10.320	2.006	1.799	45.081

2		2	0.794	10.320	2.004	1.797	44.180
		3	0.801	10.320	2.007	1.800	44.503
	2b	1	0.775	8.670	2.006	1.832	42.302
		2	0.768	8.670	2.007	1.833	41.899
		3	0.772	8.670	2.009	1.835	42.075
	2c	1	0.759	8.520	2.008	1.837	41.319
		2	0.747	8.520	2.004	1.833	40.747
		3	0.753	8.520	2.006	1.835	41.033
3	3a	1	0.728	9.960	2.004	1.804	40.346
		2	0.727	9.960	2.006	1.806	40.250
		3	0.728	9.960	2.005	1.805	40.326
	3b	1	0.723	9.230	2.006	1.821	39.707
		2	0.727	9.230	2.003	1.818	39.986
		3	0.725	9.230	2.008	1.823	39.777
	3c	1	0.737	8.370	2.008	1.840	40.056
		2	0.714	8.370	2.008	1.840	38.806
		3	0.726	8.370	2.006	1.838	39.497
4	4a	1	0.751	14.900	2.009	1.710	43.927
		2	0.749	14.900	2.006	1.707	43.875
		3	0.740	14.900	2.007	1.708	43.327
	4b	1	0.748	14.310	2.007	1.720	43.493
		2	0.769	14.310	2.008	1.721	44.692
		3	0.759	14.310	2.005	1.718	44.177
	4c	1	0.760	13.210	2.010	1.744	43.566
		2	0.759	13.210	2.007	1.742	43.574
		3	0.761	13.210	2.005	1.740	43.732
5	5a	1	0.750	12.770	2.007	1.751	42.840
		2	0.766	12.770	2.007	1.751	43.754
		3	0.758	12.770	2.008	1.752	43.275
	5b	1	0.726	12.620	2.008	1.755	41.377
		2	0.715	12.620	2.005	1.752	40.811
		3	0.721	12.620	2.006	1.753	41.133
	5c	1	0.732	11.410	2.007	1.778	41.170
		2	0.718	11.410	2.007	1.778	40.382
		3	0.725	11.410	2.005	1.776	40.817

Cuadro 42: Hemicelulosa de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº MUESTRA	HOLOCE	CELULOSA	% HEMICEL
1	1a	1	81.825	50.067	31.758
		2			
		3			
	1b	1	74.285	44.718	29.567
		2			
		3			
	1c	1	72.285	44.766	27.519
		2			
		3			
2	2a	1	81.459	52.659	28.800
		2			
		3			
	2b	1	77.276	48.115	29.161
		2			
		3			
	2c	1	75.139	46.461	28.678
		2			
		3			
3	3a	1	80.889	43.123	37.766
		2			
		3			
	3b	1	79.511	42.516	36.995
		2			
		3			
	3c	1	77.015	41.997	35.018
		2			
		3			
4	4a	1	78.122	43.858	34.264
		2			
		3			
	4b	1	74.381	42.961	31.420
		2			
		3			
	4c	1	73.620	42.732	30.888
		2			
		3			
5	5a	1	81.330	46.387	34.943
		2			
		3			
	5b	1	79.107	43.258	35.849
		2			
		3			

	5c	1	78.070	43.350	34.720
		2			
		3			

Cuadro 43: Hemicelulosa de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº MUESTRA	HOLOCE	CELULOSA	% HEMICEL
1	1a	1	75.721	51.353	24.368
		2			
		3			
	1b	1	75.172	50.997	24.175
		2			
		3			
	1c	1	74.177	49.890	24.287
		2			
		3			
2	2a	1	74.437	49.629	24.808
		2			
		3			
	2b	1	71.527	48.783	22.745
		2			
		3			
	2c	1	71.228	45.865	25.363
		2			
		3			
3	3a	1	72.416	48.598	23.819
		2			
		3			
	3b	1	70.913	46.909	24.004
		2			
		3			
	3c	1	69.891	46.974	22.918
		2			
		3			
4	4a	1	78.489	47.749	30.740
		2			
		3			
	4b	1	77.257	45.827	31.430
		2			
		3			
	4c	1	76.049	43.816	32.233
		2			
		3			

5	5a	1	75.758	49.039	26.720
		2			
		3			
	5b	1	75.774	42.724	33.051
		2			
		3			
	5c	1	75.341	42.403	32.938
		2			
		3			

Cuadro 44: Lignina de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%L.A.
1	1a	1	0.313	24.650	1.006	0.758	41.292
		2	0.317	24.650	1.009	0.760	41.695
		3	0.316	24.650	1.006	0.758	41.687
	1b	1	0.325	17.420	1.004	0.829	39.199
		2	0.340	17.420	1.005	0.830	40.967
		3	0.340	17.420	1.006	0.831	40.927
	1c	1	0.330	16.120	1.008	0.846	39.030
		2	0.335	16.120	1.006	0.844	39.700
		3	0.335	16.120	1.008	0.846	39.621
2	2a	1	0.273	24.090	1.008	0.765	35.678
		2	0.269	24.090	1.008	0.765	35.155
		3	0.260	24.090	1.007	0.764	34.013
	2b	1	0.255	20.130	1.007	0.804	31.705
		2	0.255	20.130	1.008	0.805	31.673
		3	0.260	20.130	1.006	0.803	32.359
	2c	1	0.232	19.220	1.010	0.816	28.436
		2	0.227	19.220	1.003	0.810	28.017
		3	0.230	19.220	1.008	0.814	28.246
3	3a	1	0.231	15.910	1.008	0.848	27.253
		2	0.241	15.910	1.006	0.846	28.489
		3	0.239	15.910	1.005	0.845	28.281
	3b	1	0.176	14.950	1.005	0.855	20.591
		2	0.158	14.950	1.008	0.857	18.430
		3	0.166	14.950	1.006	0.856	19.402
	3c	1	0.059	13.890	1.008	0.868	6.797
		2	0.068	13.890	1.007	0.867	7.842
		3	0.046	13.890	1.006	0.866	5.310

4	4a	1	0.282	15.160	1.005	0.853	33.074
		2	0.318	15.160	1.006	0.853	37.259
		3	0.301	15.160	1.004	0.852	35.337
	4b	1	0.247	12.010	1.008	0.887	27.849
		2	0.260	12.010	1.010	0.889	29.256
		3	0.269	12.010	1.006	0.885	30.389
	4c	1	0.249	11.370	1.005	0.891	27.955
		2	0.257	11.370	1.007	0.893	28.795
		3	0.237	11.370	1.007	0.893	26.554
5	5a	1	0.261	18.540	1.005	0.819	31.881
		2	0.277	18.540	1.004	0.818	33.869
		3	0.248	18.540	1.010	0.823	30.143
	5b	1	0.196	16.950	1.005	0.835	23.483
		2	0.212	16.950	1.006	0.835	25.375
		3	0.209	16.950	1.008	0.837	24.966
	5c	1	0.193	16.600	1.003	0.837	23.072
		2	0.199	16.600	1.005	0.838	23.742
		3	0.195	16.600	1.007	0.840	23.219

Cuadro 45: Lignina de la corteza

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%L.C.
1	1a	1	0.187	11.460	1.005	0.890	21.015
		2	0.189	11.460	1.006	0.891	21.219
		3	0.199	11.460	1.004	0.889	22.386
	1b	1	0.156	10.960	1.007	0.897	17.398
		2	0.162	10.960	1.003	0.893	18.140
		3	0.158	10.960	1.003	0.893	17.692
	1c	1	0.173	10.670	1.008	0.900	19.213
		2	0.139	10.670	1.009	0.901	15.421
		3	0.135	10.670	1.009	0.901	14.978
2	2a	1	0.304	10.320	1.008	0.904	33.629
		2	0.288	10.320	1.003	0.899	32.018
		3	0.277	10.320	1.004	0.900	30.765
	2b	1	0.293	8.670	1.009	0.922	31.795
		2	0.289	8.670	1.010	0.922	31.330
		3	0.253	8.670	1.007	0.920	27.509
	2c	1	0.267	8.520	1.006	0.920	29.013
		2	0.245	8.520	1.008	0.922	26.569
		3	0.261	8.520	1.010	0.924	28.248
	3a	1	0.301	9.960	1.004	0.904	33.296
		2	0.310	9.960	1.007	0.907	34.190

3		3	0.309	9.960	1.006	0.906	34.113
	3b	1	0.280	9.230	1.006	0.913	30.663
		2	0.306	9.230	1.007	0.914	33.477
		3	0.298	9.230	1.010	0.917	32.505
	3c	1	0.278	8.370	1.005	0.921	30.188
		2	0.284	8.370	1.003	0.919	30.902
		3	0.288	8.370	1.003	0.919	31.337
4	4a	1	0.180	14.900	1.009	0.859	20.963
		2	0.178	14.900	1.006	0.856	20.792
		3	0.176	14.900	1.007	0.857	20.538
	4b	1	0.162	14.310	1.007	0.863	18.774
		2	0.156	14.310	1.008	0.864	18.061
		3	0.170	14.310	1.005	0.861	19.740
	4c	1	0.156	13.210	1.010	0.877	17.796
		2	0.145	13.210	1.007	0.874	16.591
		3	0.157	13.210	1.005	0.872	18.000
5	5a	1	0.195	12.770	1.007	0.878	22.199
		2	0.192	12.770	1.007	0.878	21.858
		3	0.189	12.770	1.008	0.879	21.495
	5b	1	0.184	12.620	1.008	0.881	20.890
		2	0.175	12.620	1.005	0.878	19.928
		3	0.187	12.620	1.006	0.879	21.273
	5c	1	0.168	11.410	1.007	0.892	18.832
		2	0.169	11.410	1.007	0.892	18.944
		3	0.165	11.410	1.005	0.890	18.532

Cuadro 46: Cenizas de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%CEN.A.
1	1a	1	0.074	24.650	3.003	2.263	3.270
		2	0.071	24.650	3.008	2.267	3.133
		3	0.070	24.650	3.007	2.266	3.089
	1b	1	0.076	17.420	3.004	2.481	3.064
		2	0.074	17.420	3.005	2.482	2.982
		3	0.077	17.420	3.006	2.482	3.102
	1c	1	0.050	16.120	3.007	2.522	1.982
		2	0.058	16.120	3.006	2.521	2.300
		3	0.052	16.120	3.005	2.521	2.063
	2a	1	0.108	24.090	3.005	2.281	4.735
		2	0.098	24.090	3.007	2.283	4.293
		3	0.096	24.090	3.004	2.280	4.210
	2b	1	0.087	20.130	3.007	2.402	3.622

2		2	0.077	20.130	3.006	2.401	3.207
		3	0.079	20.130	3.003	2.398	3.294
	2c	1	0.075	19.220	3.006	2.428	3.089
		2	0.068	19.220	3.004	2.427	2.802
		3	0.072	19.220	3.002	2.425	2.969
3	3a	1	0.125	15.910	3.008	2.529	4.942
		2	0.110	15.910	3.007	2.529	4.350
		3	0.114	15.910	3.005	2.527	4.511
	3b	1	0.111	14.950	3.009	2.559	4.337
		2	0.104	14.950	3.008	2.558	4.065
		3	0.105	14.950	3.006	2.557	4.107
	3c	1	0.086	13.890	3.005	2.588	3.324
		2	0.079	13.890	3.004	2.587	3.054
		3	0.074	13.890	3.003	2.586	2.862
4	4a	1	0.128	15.160	3.009	2.553	5.014
		2	0.118	15.160	3.007	2.551	4.625
		3	0.120	15.160	3.004	2.549	4.708
	4b	1	0.099	12.010	3.006	2.645	3.743
		2	0.096	12.010	3.005	2.644	3.631
		3	0.090	12.010	3.003	2.642	3.406
	4c	1	0.094	11.370	3.008	2.666	3.526
		2	0.084	11.370	3.007	2.665	3.152
		3	0.086	11.370	3.005	2.663	3.229
5	5a	1	0.109	18.540	3.006	2.449	4.451
		2	0.099	18.540	3.007	2.450	4.042
		3	0.102	18.540	3.005	2.448	4.167
	5b	1	0.090	16.950	3.005	2.496	3.606
		2	0.094	16.950	3.006	2.496	3.765
		3	0.092	16.950	3.003	2.494	3.689
	5c	1	0.086	16.600	3.007	2.508	3.429
		2	0.076	16.600	3.008	2.509	3.029
		3	0.078	16.600	3.004	2.505	3.113

Cuadro 47: Cenizas de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%CEN.C.
1	1a	1	0.229	11.460	3.004	2.660	8.610
		2	0.219	11.460	3.007	2.662	8.226
		3	0.231	11.460	3.005	2.661	8.682
	1b	1	0.242	10.960	3.008	2.678	9.036
		2	0.222	10.960	3.006	2.677	8.294
		3	0.222	10.960	3.006	2.677	8.294

1	1c	1	0.209	10.670	3.004	2.683	7.788
		2	0.200	10.670	3.007	2.686	7.446
		3	0.195	10.670	3.005	2.684	7.264
2	2a	1	0.226	10.320	3.004	2.694	8.389
		2	0.214	10.320	3.007	2.697	7.936
		3	0.218	10.320	3.009	2.698	8.079
	2b	1	0.174	8.670	3.007	2.746	6.336
		2	0.181	8.670	3.007	2.746	6.591
		3	0.176	8.670	3.004	2.744	6.415
	2c	1	0.140	8.520	3.003	2.747	5.096
		2	0.135	8.520	3.009	2.753	4.904
		3	0.148	8.520	3.006	2.750	5.382
3	3a	1	0.237	9.960	3.009	2.709	8.748
		2	0.230	9.960	3.006	2.707	8.498
		3	0.227	9.960	3.005	2.706	8.390
	3b	1	0.216	9.230	3.005	2.728	7.919
		2	0.210	9.230	3.002	2.725	7.707
		3	0.206	9.230	3.006	2.729	7.550
	3c	1	0.202	8.370	3.006	2.754	7.334
		2	0.199	8.370	3.008	2.756	7.220
		3	0.197	8.370	3.009	2.757	7.145
4	4a	1	0.231	14.900	3.005	2.557	9.033
		2	0.232	14.900	3.004	2.556	9.075
		3	0.235	14.900	3.008	2.560	9.180
	4b	1	0.229	14.310	3.004	2.574	8.896
		2	0.219	14.310	3.008	2.578	8.496
		3	0.222	14.310	3.009	2.578	8.610
	4c	1	0.201	13.210	3.006	2.609	7.704
		2	0.199	13.210	3.005	2.608	7.630
		3	0.197	13.210	3.002	2.605	7.561
5	5a	1	0.225	12.770	3.008	2.624	8.575
		2	0.228	12.770	3.003	2.620	8.704
		3	0.230	12.770	3.004	2.620	8.777
	5b	1	0.222	12.620	3.005	2.626	8.455
		2	0.212	12.620	3.008	2.628	8.066
		3	0.218	12.620	3.009	2.629	8.291
	5c	1	0.205	11.410	3.006	2.663	7.698
		2	0.195	11.410	3.005	2.662	7.325
		3	0.198	11.410	3.007	2.664	7.433

Cuadro 48: Sílice de la madera.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%CEN.A.
1	1a	1	0.022	24.650	3.003	2.263	0.972
		2	0.023	24.650	3.008	2.267	1.015
		3	0.020	24.650	3.007	2.266	0.883
	1b	1	0.015	17.420	3.004	2.481	0.605
		2	0.013	17.420	3.005	2.482	0.524
		3	0.011	17.420	3.006	2.482	0.443
	1c	1	0.008	16.120	3.007	2.522	0.317
		2	0.010	16.120	3.006	2.521	0.397
		3	0.006	16.120	3.005	2.521	0.238
2	2a	1	0.024	24.090	3.005	2.281	1.052
		2	0.021	24.090	3.007	2.283	0.920
		3	0.020	24.090	3.004	2.280	0.877
	2b	1	0.015	20.130	3.007	2.402	0.625
		2	0.014	20.130	3.006	2.401	0.583
		3	0.013	20.130	3.003	2.398	0.542
	2c	1	0.013	19.220	3.006	2.428	0.535
		2	0.011	19.220	3.004	2.427	0.453
		3	0.010	19.220	3.002	2.425	0.412
3	3a	1	0.020	15.910	3.008	2.529	0.791
		2	0.017	15.910	3.007	2.529	0.672
		3	0.014	15.910	3.005	2.527	0.554
	3b	1	0.016	14.950	3.009	2.559	0.625
		2	0.014	14.950	3.008	2.558	0.547
		3	0.011	14.950	3.006	2.557	0.430
	3c	1	0.008	13.890	3.005	2.588	0.309
		2	0.012	13.890	3.004	2.587	0.464
		3	0.013	13.890	3.003	2.586	0.503
4	4a	1	0.019	15.160	3.009	2.553	0.744
		2	0.022	15.160	3.007	2.551	0.862
		3	0.016	15.160	3.004	2.549	0.628
	4b	1	0.012	12.010	3.006	2.645	0.454
		2	0.016	12.010	3.005	2.644	0.605
		3	0.014	12.010	3.003	2.642	0.530
	4c	1	0.004	11.370	3.008	2.666	0.150
		2	0.009	11.370	3.007	2.665	0.338
		3	0.007	11.370	3.005	2.663	0.263
5	5a	1	0.019	18.540	3.006	2.449	0.776
		2	0.020	18.540	3.007	2.450	0.816
		3	0.016	18.540	3.005	2.448	0.654

5	5b	1	0.019	16.950	3.005	2.496	0.761
		2	0.015	16.950	3.006	2.496	0.601
		3	0.018	16.950	3.003	2.494	0.722
	5c	1	0.016	16.600	3.007	2.508	0.638
		2	0.013	16.600	3.008	2.509	0.518
		3	0.011	16.600	3.004	2.505	0.439

Cuadro 49: Sílice de la corteza.

Nº ARBOL	Nº NIVELES	Nº M.	R	C.H	M	W	%CEN.C.
1	1a	1	0.020	11.460	3.004	2.660	0.752
		2	0.022	11.460	3.007	2.662	0.826
		3	0.021	11.460	3.005	2.661	0.789
	1b	1	0.019	10.960	3.008	2.678	0.709
		2	0.021	10.960	3.006	2.677	0.785
		3	0.018	10.960	3.006	2.677	0.673
	1c	1	0.015	10.670	3.004	2.683	0.559
		2	0.019	10.670	3.007	2.686	0.707
		3	0.021	10.670	3.005	2.684	0.782
2	2a	1	0.018	10.320	3.004	2.694	0.668
		2	0.020	10.320	3.007	2.697	0.742
		3	0.021	10.320	3.009	2.698	0.778
	2b	1	0.021	8.670	3.007	2.746	0.765
		2	0.020	8.670	3.007	2.746	0.728
		3	0.019	8.670	3.004	2.744	0.693
	2c	1	0.016	8.520	3.003	2.747	0.582
		2	0.014	8.520	3.009	2.753	0.509
		3	0.013	8.520	3.006	2.750	0.473
3	3a	1	0.017	9.960	3.009	2.709	0.627
		2	0.019	9.960	3.006	2.707	0.702
		3	0.021	9.960	3.005	2.706	0.776
	3b	1	0.016	9.230	3.005	2.728	0.587
		2	0.013	9.230	3.002	2.725	0.477
		3	0.018	9.230	3.006	2.729	0.660
	3c	1	0.012	8.370	3.006	2.754	0.436
		2	0.008	8.370	3.008	2.756	0.290
		3	0.012	8.370	3.009	2.757	0.435
4	4a	1	0.019	14.900	3.005	2.557	0.743
		2	0.017	14.900	3.004	2.556	0.665
		3	0.018	14.900	3.008	2.560	0.703
	4b	1	0.015	14.310	3.004	2.574	0.583

4		2	0.017	14.310	3.008	2.578	0.660
		3	0.019	14.310	3.009	2.578	0.737
	4c	1	0.012	13.210	3.006	2.609	0.460
		2	0.016	13.210	3.005	2.608	0.613
		3	0.015	13.210	3.002	2.605	0.576
5	5a	1	0.019	12.770	3.008	2.624	0.724
		2	0.018	12.770	3.003	2.620	0.687
		3	0.020	12.770	3.004	2.620	0.763
	5b	1	0.015	12.620	3.005	2.626	0.571
		2	0.013	12.620	3.008	2.628	0.495
		3	0.010	12.620	3.009	2.629	0.380
	5c	1	0.008	11.410	3.006	2.663	0.300
		2	0.014	11.410	3.005	2.662	0.526
		3	0.016	11.410	3.007	2.664	0.601

Anexo 2: Iconografías

Gráfico 18: Pesado del aserrín



Gráfico 19: Determinación de extractivos en agua caliente

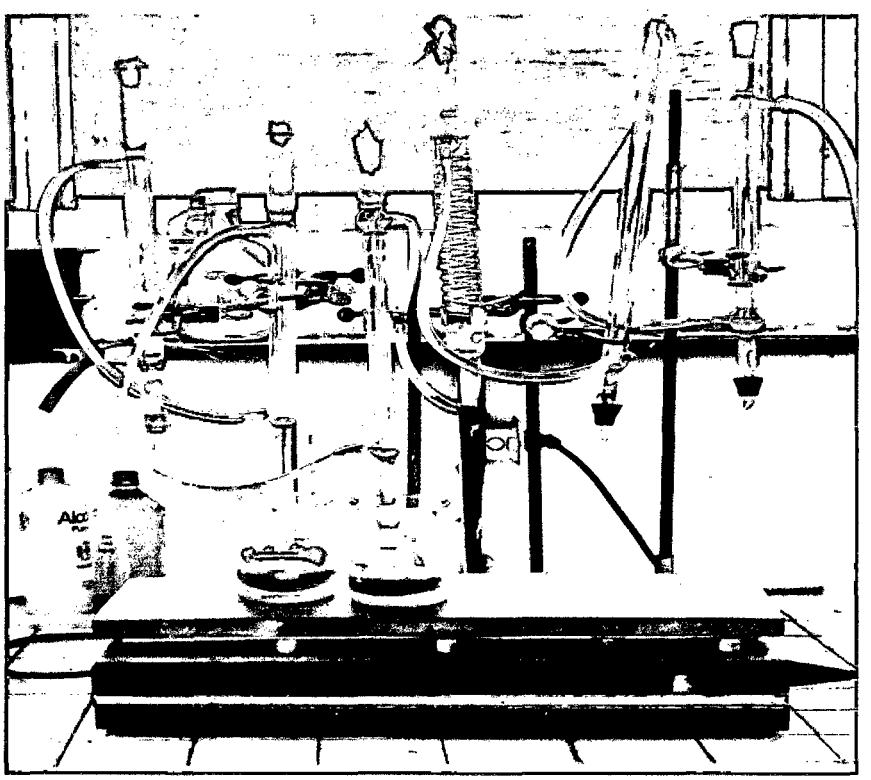


Gráfico 20: Determinación de extractivos en alcohol

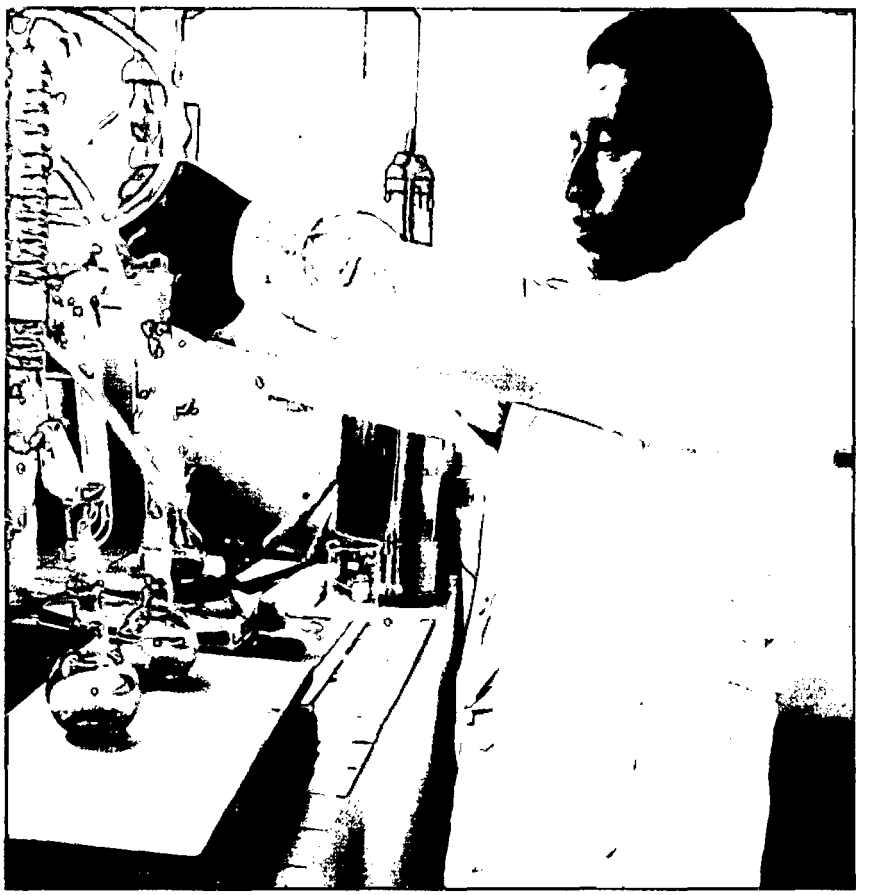


Gráfico 21: Extracción de lignina



Gráfico 22: Mufla para extraer cenizas



Gráfico 23: Extracción de sílice

