UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

Variación de los principales componentes químicos a diferentes niveles longitudinales de fuste en corteza y madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) en los distritos de Campo Verde y Curimaná.

Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal

VELA MOGROVEJO, PABLO PETTER

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

Lic. Desiderio Vásquez Plácido

MIEMBRO

Ing. Clovis Ramirez Ramirez

MIEMBRO

Dr. Carlos Panduro Carbajal

ASESOR

Bach. Pablo Petter Vela Mogrovejo

TESISTA

DEDICATORIA

A Dios mi protector y guía,
a mis padres Juan Carlos e Ysabel
por darme la vida y el apoyo incondicional

A Cristini mi esposa y Gianny Daniela
mi hija querida,
Por la comprensión, apoyo y aliento en
la ejecución del trabajo de
investigación.

A mis hermanos, Hellen Giuliana,
Wendy Karen, Gianny Paola y Juan
Carlos motivos para seguir
luchando por la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, a través de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por haberme formado moral, académica y profesionalmente.

A la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral, en la persona del Ing. Pio Santiago Puertas, Director del Proyecto "Estudio tecnológico y de mercado de diez especies maderables de bosques secundarios y primarios remanentes", que me brindó la oportunidad y las facilidades para llevar a cabo esta investigación.

A mi asesor el Dr. Carlos Panduro Carbajal, por brindarme sus conocimientos y su apoyo.

A la Ing. Carmen Leticia Guevara Salnicov y al Ing. Clovis Ramírez Ramírez por la gran amistad, consejos y gran apoyo incondicional.

Al señor Gerardo Arimuya, Técnico del Laboratorio de Transformación Química de Madera de la Universidad Nacional de Ucayali, por darme todas las facilidades en el uso de materiales y reactivos del laboratorio.

A todas las demás personas que de una u otra forma han contribuido en la culminación de este trabajo, sin excluir a ninguno, en especial a Padre Sebastián Villeneuve Párroco de la Parroquia Señor de los Milagros, al PNP(r) Juan Héctor Mogrovejo Concha y su esposa Juliana Díaz Lobatón, la Señora Erika Bados Saavedra, al Q.F. Rober Pinche Chota, Bach. Forestal Paul Paucar Quispe, al Ing. Forestal Mario Junior Zegarra Vásquez, por su apoyo y su amistad incondicional y solidaria.

CONTENIDO

		Página
INTRODUCCIÓN		1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		3
1.1.	Formulación del problema	3
CAPITULO II: MARCO TEORICO		5
2.1.	Antecedentes de la especie	5
	2.1.1. Clasificación taxonómica	5
	2.1.2. Descripción dendrológica	5
	2.1.3. Características organolépticas de la madera	7
2.2.	Antecedentes de estudios de los componentes químicos en las especie	7
2.3.	Planteamiento teórico	9
	2.3.1. Composición química de la madera	9
	A.- Celulosa	9
	B.- Hemicelulosa	10
	C.- Lignina	11
	D.- Extractivos	12
	2.3.2. Utilización de los extraíbles	13
2.4.	Definición De Términos Básicos	14
CAPITULO III: METODOLOGIA		16
3.1.	Lugar de ejecución	16
	3.1.1. Fase de campo	16
	3.1.2. Fase de carpintería	16
	3.1.3. Fase de laboratorio	16
3.2.	Método de investigación	16
3.3.	Población y muestra	17
	3.3.1. Población	17
	3.3.2. Muestra	17
3.4.	Instrumentos de recolección de datos	17
	3.4.1. Equipos y materiales	17
	3.4.2. Reactivos	19
3.5.	Procedimiento de recolección de datos	19
	3.5.1. Selección de árboles	19

3.5.2. Colección de muestras botánicas e identificación 20
3.5.3. Selección de muestras 20
3.5.4. Trabajo de aserrío 20
3.5.5. Trabajo de laboratorio 21
A. Molienda de la materia prima 21
B. Ejecución de ensayos 21
B.1. Determinación del contenido de humedad en aserrín de madera y corteza 21
B.2. Determinación de extractivos en madera y corteza 22
B.2.1. Determinación de extractivos en agua fría 22
B.2.2. Determinación de extractivos en agua caliente 22
B.2.3. Determinación de extractivos en alcohol 23
B.3. Determinación de holocelulosa en aserrín de madera y corteza 24
B.4. Determinación de celulosa en aserrín de madera y corteza 25
B.5. Determinación de hemicelulosa en aserrín de madera y corteza 25
B.6. Determinación de lignina en aserrín de madera y corteza 26
B.7. Determinación de cenizas en aserrín de madera y corteza 26
B.8. Determinación de sílice en aserrín de madera y corteza 27
3.6. Tratamientos de datos 28

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1. Contenido de humedad de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 29
4.2. Variación del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 31
4.3. Extractivos en agua fría de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 32

4.4. Variación del contenido de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 33
4.5. Extractivos en agua caliente de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 34
4.6. Variación del contenido de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 36
4.7. Extractivos en alcohol de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 37
4.8. Variación del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 39
4.9. Holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 40
5.0. Variación del contenido de holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 42
5.1. Celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 43
5.2. Variación del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 45
5.3. Hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 46
5.4. Variación del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 48
5.5. Lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 49
5.6. Variación del contenido de lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 51
5.7. Cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 52
5.8. Variación del contenido de cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 55
5.9. Sílice de la madera y corteza *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 56
6.0. Variación del contenido de sílice de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) 58

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 59
5.1. CONCLUSIONES 59
5.2. RECOMENDACIONES 60
BIBLIOGRAFÍA 62
ANEXOS 67

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Promedio de los componentes químicos de la madera y corteza de sangre de grado. 7

Cuadro 2: Promedio de los componentes químicos de la madera y corteza de caimitillo. 8

Cuadro 3: Composición química de la corteza de *Corymbia citriodora* (eucalipto limón) a tres alturas del fuste. 13

Cuadro 4: Muestras tomadas de la zona de prospección para el estudio realizado en la presente investigación del *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 17

Cuadro 5: Parámetros estadísticos del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 29

Cuadro 6: Análisis de variancia del contenido de humedad de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 30

Cuadro 7: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales del fuste. 30

Cuadro 8: Análisis de variancia del contenido de humedad de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 30

Cuadro 9: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales del fuste. 31

Cuadro 10: Prueba de medias (T de Student) del contenido de humedad de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 31

Cuadro 11: Parámetros estadísticos del contenido de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 32

Cuadro 12: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua fría de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 33

Cuadro 13: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua fría

de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales del fuste. 33

Cuadro 14: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos en agua fría de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 33

Cuadro 15: Parámetros estadísticos del contenido de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste . 34

Cuadro 16: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua caliente de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 35

Cuadro 17: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua caliente de la corteza de *Croton matourensis Aubl. (aucatadijo)* por niveles longitudinales de fuste. 36

Cuadro 18: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos en agua caliente de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 36

Cuadro 19: Parámetros estadísticos del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 37

Cuadro 20: Análisis de variancia del contenido de extractivos en alcohol de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 38

Cuadro 21: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos en alcohol de la madera *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 38

Cuadro 22: Análisis de variancia del contenido de extractivos en alcohol de la corteza de *Croton matourensis Aubl. (aucatadijo)* por niveles longitudinales de fuste. 38

Cuadro 23: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos en alcohol de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 39

Cuadro 24: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos

en alcohol de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 39

Cuadro 25: Parámetros estadísticos del contenido de holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 40

Cuadro 26: Análisis de variancia del contenido de holocelulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 41

Cuadro 27: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 41

Cuadro 28: Análisis de variancia del contenido de holocelulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 42

Cuadro 29: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 42

Cuadro 30: Prueba de medias (T de Student) del contenido de holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 42

Cuadro 31: Parámetros estadísticos del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 43

Cuadro 32: Análisis de variancia del contenido de celulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 44

Cuadro 33: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 44

Cuadro 34: Análisis de variancia del contenido de celulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 45

Cuadro 35: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles

longitudinales de fuste. 45
Cuadro 36: Prueba de medias (T de Student) del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 45
Cuadro 37: Parámetros estadísticos del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 46
Cuadro 38: Análisis de variancia del contenido de hemicelulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 47
Cuadro 39: Prueba de medias (Tukey) del contenido de hemicelulosa en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 48
Cuadro 40: Análisis de variancia del contenido de hemicelulosa en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 48
Cuadro 41: Prueba de medias (T de Student) del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 48
Cuadro 42: Parámetros estadísticos del contenido de lignina en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 49
Cuadro 43: Análisis de variancia del contenido de lignina en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 50
Cuadro 44: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 50
Cuadro 45: Análisis de variancia del contenido de lignina en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 51
Cuadro 46: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 51
Cuadro 47: Prueba de medias (T de Student) del contenido de lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo). 51

Cuadro 48: Parámetros estadísticos del contenido de cenizas en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 52
Cuadro 49: Análisis de variancia del contenido de cenizas en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 53
Cuadro 50: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 54
Cuadro 51: Análisis de variancia del contenido de cenizas en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 54
Cuadro 52: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 54
Cuadro 53: Prueba de medias (T de Student) del contenido de cenizas en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl.(aucatadijo). 55
Cuadro 54: Parámetros estadísticos del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 56
Cuadro 55: Análisis de variancia del contenido de sílice en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 57
Cuadro 56: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 57
Cuadro 57: Análisis de variancia del contenido de sílice en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 57
Cuadro 58: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste. 58
Cuadro 59: Prueba de medias (T de Student) del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis Aubl. (aucatadijo)* 58

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Promedio del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 29

Gráfico 2: Promedio del contenido de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 32

Gráfico 3: Promedio del contenido de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 35

Gráfico 4: Promedio del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 37

Gráfico 5: Promedio del contenido holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 40

Gráfico 6: Promedio del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 43

Gráfico 7: Promedio del contenido hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 47

Gráfico 8: Promedio del contenido de lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 50

Gráfico 9: Promedio del contenido de cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 53

Gráfico 10: Promedio del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis Aubl.* (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste 56

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

Cuadro 60: Contenido de humedad de la madera
Cuadro 61: contenido de humedad de la corteza
Cuadro 62: Extractivos en agua fría de la madera
Cuadro 63: Extractivos en agua fría de la corteza
Cuadro 64: Extractivos en agua caliente de la madera
Cuadro 65: Extractivos en caliente de la corteza
Cuadro 66: Extractivos en alcohol de la madera
Cuadro 67: Extractivos en alcohol de la corteza
Cuadro 68: Holocelulosa de la madera
Cuadro 69: Holocelulosa de la corteza
Cuadro 70: Celulosa de la madera
Cuadro 71: Celulosa de la corteza
Cuadro 72: Hemicelulosa de la madera
Cuadro 73: Hemicelulosa de la corteza
Cuadro 74: Lignina de la madera
Cuadro 75: Lignina de la corteza
Cuadro 76: Cenizas de la madera
Cuadro 77: Cenizas de la corteza
Cuadro 78: Sílice de la madera
Cuadro 79: Sílice de la corteza

En anexo 2:

INDICE DE FOTOS

Gráfico 11: Tamizado del aserrín.

Gráfico 12: Pesado del aserrín.

Gráfico 13: Determinación de extractivos en agua fría.

Gráfico 14: Determinación de extractivos en agua caliente.

Gráfico 15: Determinación de extractivos en alcohol.

Gráfico 16: Determinación de lignina.

Gráfico 17: Determinación de celulosa.

Gráfico 18: Determinación de holocelulosa.

RESUMEN

La composición química de la madera y corteza de la especie *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) se efectuó con material procedente de dos zonas: en los distritos de Campo Verde y Curimaná. 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 de la tesis fue "Aportar al conocimiento científico la variación de los principales componentes químicos a diferentes niveles longitudinales de fuste en corteza y madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) en los distritos de Campo Verde y Curimaná", y a la vez los objetivos específicos fueron: determinar cuantitativamente los extractivos solubles en agua fría, agua caliente, alcohol presentes en el aserrín de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo); determinar cuantitativamente el contenido de holocelulosa, celulosa, lignina, cenizas y sílice; y determinar estadísticamente la relación entre los niveles longitudinales del fuste y la cantidad de componentes químicos.

Existe variación significativa en función al nivel longitudinal del fuste tanto en madera como corteza en extractivos en alcohol, holocelulosa, celulosa, lignina, cenizas y sílice; solo en hemicelulosa existe variación significativa en la madera.

Entre tejidos vegetales (madera y corteza) existe variación significativa en extractivos en agua fría, en agua caliente; holocelulosa, celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas. En extractivos en alcohol y sílice no existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales (madera y corteza).

Por el alto contenido de extractivos en agua fría, agua caliente y alcohol y por investigaciones realizadas al *Croton matourensis* Aubl. por Rivas D. (2007), se recomienda hacer una investigación exhaustiva de dichos extractivos para aislar e identificar algún extracto orgánico, ya que la composición química presente en las

especies del género Croton tiene muchas aplicaciones farmacéuticas y medicinales.

Palabras claves: *Croton matourensis* Aubl., celulosa, lignina, extraíbles, ceniza, sílice y composición química.

ABSTRACT

The chemical composition of wood and bark of the sort *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) district of Campo Verde y Curimaná , province of Coronel Portillo and the agricultural plot of land, located in the km's left bank 19 of the road Neshuya - Curimana, district of Curimana, precedence at department of Ucayali. The wooden used samples come from five trees to three different heights, being height dap (diameter at the height of the chest 1,30 m.) Or basal, commercial half and high or apical height. In addition the chemical essays were made at Transformación's Laboratory Chemical of Productos Forestal of the Faculty of Forestries and Ambientales of Ucayali's National University.

Where the general aim of the thesis was " To contribute to the scientific knowledge the variation of the principal chemical components to different longitudinal levels of shaft in bark and wood of *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) in the districts of Green Field and Curimaná ", and simultaneously the specific aims were: to determine quantitatively the extractive soluble ones in cold water, warm water, alcohol present in the sawdust of wood and bark of *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo); to determine quantitatively the content of holocelulosa, cellulose, lignina, ashes and silica; and to determine statistically the relation between the longitudinal levels of the shaft and the quantity of chemical components.

There is significant variation depending on the level of the shaft longitudinal both wood and bark extractives in alcohol, holocellulose, cellulose, lignin, ash and silica; hemicellulose exists only significant in the timber.

Between vegetable fabrics (wood and bark) significant variation exists in extractive in cold water, in warm water; holocelulosa, cellulose, hemicelulosa, lignina and ashes. In extractive in alcohol and silica there does not exist significant difference between the vegetable fabrics (wood and bark).

For the high place contained of extractive in cold water, warm water and alcohol and for investigations realized to the *Croton matourensis* Aubl. by Rivas D. (2007), one recommends to do an exhaustive investigation of extractive sayings to isolate and to identify some organic extract, since the chemical present composition in the species of the kind Croton has many pharmaceutical and medicinal applications.

Key words: *Croton matourensis* Aubl., cellulose, lignin, extractive, ash-colored, silica, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

Cada año se pierden en el mundo 11 millones de hectáreas de superficie forestal, lo que equivale a la desaparición de un campo de fútbol cada 2 segundos. Entre las razones de este declive se señalan además de la producción de madera para usos industriales y combustibles, la deforestación por la expansión de los pastos, cultivos y el desarrollo urbano. (FAO, 2010).

La superficie de bosques existente en el mundo, se estima en 3 870 millones de hectáreas, el 95 por ciento de ella corresponde a los bosques naturales y el 5 por ciento a las plantaciones forestales. La deforestación tropical y la degradación de los bosques de muchas zonas del mundo afectan negativamente a la disponibilidad de bienes y servicios forestales.

En los últimos años el interés asía la utilización química y energética de los materiales lignocelulósicos (conjunto de materiales de origen forestal, agrícola o urbano) ha ido en constante aumento. El uso y aplicación de estos materiales ha mantenido la atención en dos áreas importantes (FAO, 2010):

- La obtención de productos químicos y energéticos a partir de fuentes renovables que sustituyan parcial o totalmente la utilización de reservas fósiles como el petróleo, gas o el carbón.
- El aprovechamiento de materiales residuales procedentes de los bosques y de los cultivos, así como de la industria maderera para la obtención de fracciones poliméricas y derivados químicos.

Dentro de estas áreas de aprovechamiento de la materia lignocelulósica, la madera es tradicionalmente el material lignocelulósico más empleado en aplicaciones como la fabricación de pastas papeleras, muebles y tableros de diversos tipos, además de los usos energéticos. El incremento continuado en la demanda de esta clase de materias primas aunado a problemas económicos y medioambientales, por estas razones el objetivo general de la tesis fue "Aportar al conocimiento científico la variación de los principales componentes químicos a diferentes niveles longitudinales de fuste en corteza y madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) en los distritos de Campo Verde y Curimaná", y a

la vez los objetivos específicos fueron: determinar cuantitativamente los extractivos solubles en agua fría, agua caliente, alcohol presentes en el aserrín de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo); determinar cuantitativamente el contenido de holocelulosa, celulosa, lignina, cenizas y sílice; y determinar estadísticamente la relación entre los niveles longitudinales del fuste y la cantidad de componentes químicos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema.

La gran variedad florística de los bosques amazónicos está seriamente amenazada debido a la depredación a que son sometidas muchas especies de importancia económica; debido a esto se buscan nuevas alternativas con especies forestales que tengan las características similares o mejores a las que ya se conocen, siendo la *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) una de las especies forestales que puede ser utilizada y ocupar un sitio preferencial en la lista de especies de importancia económica.

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, carne de animales silvestres, 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 qué tipo de sustancias químicas tienen estas especies es necesario realizar una caracterización química definiendo la composición de la madera en términos de 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.

Por otra parte el desarrollo de la industria química de la madera radica en el hecho de que logra un mayor aprovechamiento de la materia prima, permitiendo en muchos, casos el uso integral del árbol, la selectividad no es indispensable además permite el uso de residuos de las industrias de transformación mecánica. (Isemberg, 1998).

Al ser *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) una especie congenérica de *Croton lechleri* (sangre de grado) es posible encontrar extractivos que puedan tener aplicaciones medicinales o industriales por lo que es necesario el estudio de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) para la determinación de la composición química (extractivos, celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, cenizas) y así contribuir a definir los posibles usos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la especie.

2.1.1. Clasificación taxonómica

Cavalcante, Luiz A. (2006), afirma que *Croton matourensis* fue descubierto por Aublet (1775), material procedente de la Guayana Francesa.

Nombre científico: *Croton matourensis* Aubl.

Familia: Euphorbiaceae

Nombre vulgar: Aucatadijo,Tabaquillo-tablero, Yurac Ciprana.

Árbol: La altura hasta de 28 m, altura de tronco 20 m, D.A.P. 90 cm.

Tronco: Cilíndrico, directamente, modificaciones a la base, gruesa, sobresaliendo raíces.

Corteza externa (muerta): Color blanco grisáceo, aspecto lenticelas ligeramente ásperas, pequeñas irregularmente distribuido.

Corteza interior (viva): Color rosado rojizo, grueso: 1.5 cm, textura inclusiones frágiles exteriores y fibrosas interiores, fibrosas, blanquecinas, exudaciones olor resinoso, rojo de sangre, característico agradable.

Hojas: Simple, alterno, con estipulas filiformes, libre, grande, persistente; lado superior pubescente verde claro, y plata sobre el lado de abajo, con dos glándulas en la base del miembro, con exudante rojizo.

Flores: En racimos terminales, mucho tiempo, 8-10 cm, pubescente, pequeñas flores amarillentas blancas.

Fruto: La cápsula, trilocular, dehiscente, el fruto de 0.5 - 0.8 cm en el diámetro, las semillas pequeñas, negras oblongas que son comidas por pájaros.

Empleos: Pisos, postes, muebles.

2.1.2. Descripción dendrológica

Con respecto a la descripción dendrológica del aucatadijo Figueroa P, W. (2001) asevera que:

Croton matourensis Aubl.

Nombre común: Aucatadijo, atadijo colorado, yurac ciprana, atadijo amarillo.

Árbol de hasta 15 m de alto. Ramas denso-pilosos a glabrescentes, ferrugíneos, tricomas lepidotos. Hojas de tamaño variable, 6-20 cm de largo por 3-9 cm de ancho; elípticas a elíptico-oblongos, margen entero, base obtusa, con un par de glándulas capitadas, ápice acuminado, raramente agudo; pecíolo de 1-4 cm de largo, denso pilosos. Inflorescencias de 8-22 cm de largo, bisexuadas, con flores pistiladas en la base, las flores estaminadas en el resto de la flor. Frutos capsulares, tricocos, 0,5–0,7 cm de diámetro, ferrugíneos; 3 semillas ovales. La especie puede ser reconocida por el indumento denso de tricomas y por las glándulas en el envés de las hojas que le dan un aspecto metálico ferrugíneo dorado.

Especie muy abundante y fuera de peligro, creciendo principalmente en bosques secundarios ("purmas") y potreros. Se distribuye por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Panamá, Perú, Surinam y Venezuela. Crece en Amazonas, Loreto, San Martín y Ucayali. Se ha colectado en el Bosque Alexander von Humboldt. Crece en las mismas zonas que *Croton tessmannii* Mansf., con la cual se confunde frecuentemente. Figueroa (2001) concluye que en la zona de Neshuya *C. tessmannii* es más abundante que *C. matourensis*.

Posee una madera de calidad aceptable, se explota comercialmente. Se utiliza también con fines medicinales.

El género Croton incluye varias especies las cuales contienen una savia roja viscosa que se obtiene realizando cortes a la corteza de la planta y tiene reportada un amplio rango de acciones farmacológicas (Sandoval et al., 2002). En muchas especies esta savia es conocida como Sangre de grado (Dragon's blood), y es utilizada ampliamente en la medicina tradicional de Sur América para el tratamiento de heridas, inflamaciones, infecciones, diarreas y cáncer (Cai et al., 1993). La savia de la especie *C. palanostigma* contiene un alcaloide llamado taspina, el cual es el principio activo responsable de las propiedades antiinflamatorias, así como de sanar heridas y de su actividad biológica como antitumoral (Sandoval et al., 2002).

Dentro de las actividades farmacológicas experimentalmente comprobadas para el género Croton se encuentran entre muchos otros su potencial como agentes antidiabéticos (Torrico et al., 2007).

2.1.3. Características organolépticas de la madera.

Color: El tronco recién cortado no se diferencia entre albura y duramen, con porosidad difusa y medula excéntrica. En la madera seca al aire la albura se toma de color amarillo pálido 2.5Y 8/3; 2.5Y 8/4.

Según AIDER (2011) sobre las características de la madera de esta especie indican:
Olor: Sin olor.
Sabor: Sin sabor.
Brillo: Medio.
Grano: Recto.
Veteado: Arcos superpuestos (sección tangencial) Líneas verticales (Sección radial).
Textura: Media.
Densidad (g/cm^3): saturada (0.68), seca al aire (0.35) y básica (0.32).

2.2. Antecedentes de estudios de los componentes químicos en las especies.

En su estudio de los componentes químicos de madera y corteza *Croton* lechleri (sangre de grado), Fachín (2009) encontró:

Cuadro 1: Promedio de los componentes químicos de la madera y corteza de sangre de grado:

COMPONENTES QUIMICOS	MADERA (%)	CORTEZA (%)
Extractivos agua fría	3.82	6.24
Extractivos agua caliente	4.66	7.13
Extractivos en alcohol	6.67	8.95
Holocelulosa	60.12	47.93

Celulosa	43.72	35.93
Hemicelulosa	16.40	12.00
Lignina	27.34	29.93
Cenizas	1.02	2.23
Sílice	0.74	0.64

Por su parte Guevara (2009) en su estudio de los componentes químicos de la madera y corteza del caimitillo reporta:

Cuadro 2: Promedio de los componentes químicos de la madera y corteza del caimitillo:

COMPONENTES QUIMICOS	MADERA (%)	CORTEZA (%)
Extractivos agua fría	0.87	2.21
Extractivos agua caliente	1.16	3.19
Extractivos en alcohol	1.79	5.23
Holocelulosa	60.43	49.22
Celulosa	42.41	27.33
Hemicelulosa	18.00	21.90
Lignina	32.35	31.90
Cenizas	2.37	6.57
Sílice	0.98	1.57

Torres, M. (2012), afirma que los ensayos químicos para determinar la composición química del aserrín de madera y corteza de *Simarouba amara* Aubl. (marupá) fueron los siguientes: Extractivos en agua fría según norma TAPPI T-207 cm-08; extractivos en agua caliente según norma ASTM D- 1110-56; extractivos en alcohol norma ASTM. D 1107-56; determinación de holocelulosa según el método Jayme y Wise, determinación de celulosa el método de Kurshner y Hoffner, lignina según norma TAPPI T 222 os-74, cenizas según norma TAPPI T 15 os-58; sílice según el método del ácido clorhídrico; taninos

según la prueba de formaldehido; y contenido de humedad según norma ASTM D 4442. Se obtuvieron en madera los siguientes valores mínimo y máximo: para extractivos en agua fría, 14.610 - 18.575%; extractivos en agua caliente, 15.003 - 15.484%; extractivos en alcohol, 1.844 - 2.427%; celulosa, 51.493 - 56.448% en peso, lignina entre 34.037% y 35.678%, en hemicelulosa entre 12.662% y 13.058%, las cenizas entre 0.414% y 0.648% y para sílice 0.219% y 0.285%. Por otra parte los resultados en corteza fueron: extractivos en agua fría, 17.084% y 17.843%; extractivos en agua caliente, 17.242% y 19.131%; extractivos en alcohol 1.981% y 2.447%; la celulosa entre 48.365% y 50.285% en peso, la lignina entre 37.944% y 38.167%, en hemicelulosa entre 11.229% y 11.467%, las cenizas entre 3.553% y 4.331% y para sílice 0.235% y 0.281%. La concentración de celulosa, lignina, sustancias extraíbles en agua caliente y alcohol, hemicelulosa y sílice no varían significativamente en función de la altura en que se extrae la muestra, lo que indica que en cualquier parte del árbol se pueden encontrar en una cantidad similar. Solo existe variación significativa en extractivos en agua fría en madera y ceniza para madera y corteza.

Guevara, B (2013), concluyó que en el aserrín de madera y corteza de *Schizolobium parahyba* Vell. tiene un elevado contenido de extractivos en agua fría (9.74% y 11.29) y en agua caliente (12.06% y 11.88%); el contenido de celulosa (44.98% y 39.18%), lignina (22.46% y 28.12%), cenizas (2.87% y 2.85%), sílice (0.66% y 0.38%) y taninos (0.55% y 4.83%).

2.3. Planteamiento teórico.

2.3.1 Composición química de la madera.

A.- Celulosa

Celulosa es el biopolímero más abundante en la Tierra. Consiste en cadenas lineales de celobiosa (D-glucopiranosil-β-1,4-D-glucopiranosa) de aproximadamente 10.000 unidades glicosídicas en celulosa nativa de fibras madereras donde representan más de 50 % del peso. En la célula vegetal gran parte de la celulosa está presente como microfibrillas empaquetadas muy densamente. Poco se conoce sobre la regulación de este plegamiento.

Contiene zonas amorfas y cristalinas. Las cadenas en la zona amorfa son susceptibles a bioconversión (celulasas).

Estudios recientes investigan derivados de celulosa como por ejemplo la esterificación con cloruros de ácidos grasos para su uso en materiales compuestos de construcción para fortalecer (Freire et al., 2006). La superficie de las microfibrillas de celulosa es altamente polar debido a los grupos hidroxílicos que se asocian entre sí por puentes de hidrógeno (Sjöstrom, 1993). Eso dificulta la compatibilidad con materiales no polares y afectos a la agregación entre fibras y a la absorción de humedad que hacen disminuir respectivamente su dispersión en materiales compuestos y su rigidez.

Con técnicas analíticas como XPS y TOF-SIMS (Freire et al., 2006) caracterizaron las modificaciones químicas y físicas en superficies menos polares de derivados de celulosa con ácidos grasos. Celulosa contiene regiones cristalinas y amorfas.

B. Hemicelulosa.

Hemicelulosa son más difíciles de clasificar, es decir, son polisacáridos con grupos heterogéneos.

Tienen un grado de polimerización entre 100 y 200 en fibras madereras. Son insolubles en agua, pero en medio alcalino se disuelven. Plantas herbáceas suelen contener más hemicelulosas y menos ramificados. Las pajas de cereales (trigo, arroz, centeno, cebada, etc.) suelen contener entre 30 y 40 % de hemicelulosas con algunas excepciones (Fang et al., 2000b; Xiao et al., 2001; Sun et al.,l. 2000a; Sun et al., 2000b; Klinke et al., 2002; Sun y Tomkinson, 2003). Residuos agrícolas de éstas (principalmente salvado) contienen entre 40-50% (Claye et al., 1993; Saulnier et al., 1995; Chanliaud et al., 1995).

La función principal es su interacción con la celulosa y lignina para proporcionar rigidez a la pared celular. Las cadenas de hemicelulosas se asocian con las microfibrillas de celulosa tras su carácter polar (puentes de hidrógeno). Su comportamiento físico-químico, principalmente su capacidad de enlace y su comportamiento visco-elástico, es de gran importancia para

proporcionar propiedades deseadas como grado de hinchamiento, (re)hidratación, plasticidad, flexibilidad, rigidez, dureza, etc. durante el proceso de fabricación de papel. Sin embargo en procesos de biorrefinería tratan de convertir hemicelulosa con mezclas de enzimas que actúan sobre celulosas y hemicelulosas simultáneamente, frecuentemente en la segunda fase de hidrólisis.

C. Lignina.

La lignina representa entre 25 y 33 % de la biomasa en madera de especies coníferas y entre 18 y 34 % de frondosas (Aitken et al., 1988). Detrás de celulosa y hemicelulosa, es el tercer biopolímero más abundante en la Tierra. Este polímero se encuentra principalmente en la lámina media de la pared celular y en las capas de la pared celular. Con las hemicelulosas forman un matriz alrededor de las microfibrillas de celulosa.

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).

Lignina tiene una estructura ópticamente inactiva. Sin embargo los dímeros de monolignoles, los denominados lignanes, tienen actividad óptica y biológica (antibacterial y antioxidante). Cultivos herbáceos y legumbres contienen hasta 5 % lignanes. Lignanes han sido identificados en extractos de varias especies incluido en cereales como salvado de trigo.También se detectaron en el extracto lipofílico de paja de trigo (Sun y Sun, 2001).

Rodriguez, (1994), encontró que los valores de lignina es mayor en la corteza que en la madera y a esto lo atribuye a la interferencia de la suberina, que es una sustancia polimérica que se encuentra unida a la lignina en la corteza. Además encontró que hay mayor porcentaje de ceniza

en la corteza atribuyendo también que esto podría estar asociado al terreno de crecimiento de la especie. Las cuales fueron traídos de suelos fangosos.

D. 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).

Son los componentes orgánicos de bajo peso molecular. Se llaman así porque se pueden extraer de la madera por lavado con agua o con solventes orgánicos. Se incluyen dentro de este grupo carbohidratos de bajo peso molecular, terpenos, ácidos alifáticos y aromáticos, alcoholes, flavonoides, lignanos, taninos, alcaloides, ligninas solubles, ceras, etc.

Sus funciones en la célula vegetal son de protección exterior y reserva de nutrientes.

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 sustancias 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* (eucalipto limón) a tres alturas del fuste.

	Componentes químicos						
H. fuste	Extractivos						
	agua al ambiente	agua a 95°c	alcohol 95°c	Lignina	celulosa	hemicelulosa	ceniza
Base (25%)	11,44	12,42	12,58	18,36	61,80	19,74	4,47
Medio (55%)	11,75	14,61	12,90	20,52	64,42	15,08	4,89
Ápice (85%)	12,85	14,32	13,50	20,62	62,55	17,15	4,58

2.3.2. Utilización de los extraíbles:

Citado por Fonseca, 2006.

Algunos extraíbles provenientes de bosques tienen potencial para el uso comercial, pero los extraíbles usados para éste propósito se restringen dentro de los límites estrechos porque el aislamiento de los extraíbles de madera o de corteza tiene sus propias dificultades económicas y/o técnicas.

La mayoría de los silviquímicos obtenidos de los árboles, corteza, semillas, hojas, o tocones contienen químicos similares a los extraíbles de madera. Los silviquímicos han sido materiales importantes a lo largo de la historia humana y han sido usados ampliamente hasta los años cincuenta. Después de eso, la importancia ha disminuido desde que la industria de la petroquímica se empezó a desarrollar. Sin embargo, hay interés recientemente en uso de árboles de nuevo como un recurso renovable en la industria orgánica-química.

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).

Orea I. (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.

Rivas D. (2007), en la investigación química de los extractos orgánicos obtenidos de las hojas de *Croton matourensis*, condujo al aislamiento e identificación de 6 compuestos: dos flavanonas glicosiladas hesperidina (1) y naringina (2), dos diterpenos de tipo neoclerodano, trans-dehidrocrotonina (3) y 5α-hidroxi-trans-dehidrocrotonina (4), el monoterpeno vainillina (5) y el triterpeno de tipo oleanano α-amirina (6). Las estructuras de los metabolitos fueron determinadas en base a técnicas espectroscópicas de IR, EM, y RMN en una y dos dimensiones y por comparación con datos de la literatura.
Todos los compuestos fueron aislados por primera vez de las hojas de *Croton matourensis*.

2.4. Definición de términos básicos.

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 el laboratorio.

Aserrín: Partículas de diferentes tamaños de madera o de corteza que se producen o se obtienen mediante el rose o penetración de un elemento cortante que pasa por la madera o corteza.

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.

Determinación cuantitativa: Es la obtención de los resultados de los ensayos en la cantidad, expresados numéricamente de cada uno de estos.

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

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 en relación de toda la materia prima

Porcentaje de hemicelulosa: Es la cantidad de Hemicelulosa encontrada en la muestra en relación de toda la materia prima

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

Porcentaje de cenizas: Es la cantidad de ceniza encontrada en la muestra en relación de 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.

Ullman (1982). Enciclopedia química.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Lugar de ejecución.

3.1.1. Fase de campo.

Para el presente estudio de investigación se usó la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) extraídas de dos zonas: El distrito de Campo Verde, Provincia Coronel Portillo (3 árboles de *Croton matourensis* Aubl.) y la otra zona fue del distrito de Curimaná – Neshuya, Provincia de Padre Abad (2 árboles de *Croton matourensis* Aubl.).

3.1.2. Fase de carpintería.

Los 5 árboles de *Croton matourensis* Aubl. fueron llevados a la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.1.3. Fase de laboratorio.

Las muestras de aserrín tanto en madera como corteza fueron llevadas al laboratorio de Transformación Química de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.2. Método de investigación.

El presente estudio de investigación fue experimental, que consistió en la determinación de los componentes químicos obteniendo información cuantitativa de los resultados de los métodos aplicados a las muestras experimentales. En segundo lugar se llevó a cabo el procesamiento de datos, el análisis estadístico, para determinar si hay diferencias significativas entre los niveles longitudinales del árbol.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población.

La población fue constituida por árboles de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) provenientes del bosque primario residual de la zona de Campo Verde y Curimaná.

3.3.2. Muestra:

Cuadro 4: Muestras tomadas de la zona de prospección para el estudio realizado en la presente investigación del *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

ESPECIE	COORD. UTM(Y)	COORD. UTM(X)	PROVINCIA	DISTRITO
Croton matourensis	9058028	18L 515258	Coronel Portillo	Campo Verde
Croton matourensis	9057975	18L 515323	Coronel Portillo	Campo Verde
Croton matourensis	9057878	18L 515307	Coronel Portillo	Campo Verde
Croton matourensis	9059756	18L 492275	Padre Abad	Curimaná
Croton matourensis	9059282	18L 492145	Padre Abad	Curimaná

3.4. Instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Equipos y materiales.

- Cápsulas de porcelana
- Decantador
- Bomba o trompa de vacío
- Balón de cuello esmerilado de 100 ml.
- Refrigerante de reflujo
- Papel filtrante
- Estufa

- Baño maría
- Balanza analítica
- Vaso de precipitado
- Vasos de 300 ml.
- Varilla de vidrio
- Erlenmeyer de 500 ml
- Crisoles de capa filtrante de porosidad media o papel filtro de porosidad equivalente en forma de embudo Buchner.
- Plancha caliente con termostato
- Erlenmeyer de 500 ml con refrigerante a reflujo.
- Capsula de porcelana.
- Desecador.
- Papel filtro de porosidad media
- Estufa con termostato regulable
- Vasos de 1000 ml de capacidad
- Extractor soxhlet; formado por un balón de 250 ml, tubo soxhet para extracción de diámetro inferior de 50 mm. Capacidad tope del sifón de 100 ml, altura del sifón de 55 mm, condensador Hopkins.
- Calentador eléctrico
- Dedal de extracción
- Algodón
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Termómetro
- Pipetas
- Luna de reloj.
- Cápsulas de platino o porcelana
- Mufla
- Balanza analítica
- Desecador
- Papel de filtro sin cenizas, compacto.
- Vasos de precipitado de 50 ml
- Erlenmeyer de filtración

- Crisol filtrante N° 2
- Erlenmeyer de 1000 a 2000 ml
- Condensador de reflujo
- Varillas de vidrio
- Mufla con minivoltimetro de 1200°C
- Crisoles de platino o porcelana con tapa.
- Vaso de precipitado
- Cocina Eléctrica
- Pipetas graduadas
- Probeta de 10 ml
- Embudo de vidrio

3.4.2. Reactivos

- Ácido nítrico de 40 % al 13.7 %
- Alcohol etílico de 96 %
- Agua desionizada
- Clorito de sodio al 1.5 %
- Ácido acético concentrado al 96%
- Ácido clorhídrico 4N
- Ácido clorhídrico 1N
- Ácido clorhídrico al 1%
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico al 72%

3.5. Procedimiento de recolección de datos.

3.5.1. Selección de árboles.

Para el presente estudio se evaluó la calidad de los individuos de los cinco árboles como posición de copa, forma de copa, estado fitosanitario, forma de fuste, calidad de fuste, la accesibilidad del lugar y abundancia de la especie, asimismo se escogieron árboles de diferentes diámetros, según las especificaciones de la norma NTP 251.008.

3.5.2. Colección de muestras botánicas e identificación.

Para la identificación de la especie se tomaron las muestras botánicas fértiles, las que fueron herborizadas de acuerdo a las técnicas recomendadas según Norma Técnica Peruana 251.008. La identificación se realizó mediante claves de identificación de especies en el Herbario Regional del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. IVITA – Facultad de Medicina Veterinaria – UNMSM.

3.5.3. Selección de muestras.

Las muestras fueron recolectadas en la carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali desde el momento que llegaron las trozas de la base, medio y ápice del fuste comercial. En el caso de la corteza y posteriormente el aserrín, se usó un aserradero portátil, las muestras se recolectaron de la parte oblicua y radial; esto se pudo realizar usando una plancha de poliestileno expandido, para no alterar la muestra con otro material o sustancia no deseada para la investigación. Luego se procedió a llenar en bolsas de polietileno debidamente codificadas para su traslado al Laboratorio de Transformación Química de Productos Forestales donde se procedió a procesarlas con tamiz en malla 35 y 60 conforme a la norma TAPPI T – 11m.

3.5.4. Trabajo de aserrío.

Se pintó con color rojo los extremos de las secciones cortadas y las secciones laterales, marcando su orientación cardinal de acuerdo a la ubicación del árbol en donde fue extraído, luego se procedió a ubicar la medula del árbol para realizar un ángulo de 90° y cada 80 mm. a partir de la médula en la dirección radial. Esto se realizó para posteriores estudios en el comportamiento de la variabilidad de densidad básica, la contracción tangencial, radial y longitudinal, con la posición radial, la altura y la orientación cardinal en madera de albura y duramen proveniente de un mismo árbol.

3.5.5. Trabajo de laboratorio.

A. Molienda de la materia prima.

Se molieron la corteza y madera de cada uno de las trozas de cada nivel en partículas pequeñas y se tamizaron en un tamiz 40 /60 conforme a la norma TAPPI T – 11 m.

B. Ejecución de ensayos.

Las normas y métodos seleccionados y aplicados para el análisis químico de las muestras de aserrín de madera y corteza 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).

B.1. 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 se volvió a pesar. Por diferencia de pesos se obtuvo el peso húmedo de la muestra. La cápsula (con muestra) fue llevado a la estufa a 103 °C ±2 °C, a las dos horas fue sacado y colocado en un desecador hasta

que se enfrío y luego fue pesado. Este procedimiento se repitió hasta obtener un peso constante.

Para determinar la humedad se empleó la siguiente fórmula:

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

Donde:

Ph = Peso húmedo.

ps = Peso seco.

B.2. Determinación de extractivos en madera y corteza.

B.2.1. Determinación de extractivos en agua fría.

Se colocó las muestras de 2 gramos de aserrín de madera y 2 gramos de aserrín de corteza seco al aire en vasos de 300 ml en 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 papel filtro seco pesado (PF), se lavó con agua destilada fría y se secó a en estufa a 103 °C ± 2 °C a 105 °C hasta peso constante. Se enfrió en desecador y se pesó.

B.2.2. Determinación de extractivos en agua caliente

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 y se agregó 100 ml de agua desionizada; luego se hizo hervir durante 3 horas agitando frecuentemente, se filtró el material obtenido de aserrín de madera y aserrín de corteza por separado en un papel filtro seco pesado (PF), se lavó con agua destilada fría y se secó en estufa a 103 °C ± 2 °C a 105° C hasta peso constante. Se enfrió en desecador y se pesó.

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

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

Donde:

P= Peso perdido de aserrín durante determinación.

W= Peso seco de muestra.

B.2.3. Determinación de extractivos en alcohol.

1. Previo al trabajo se lavó 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 y se anotó este peso (PB).
2. Se pesó el papel filtro o dedal de extracción a utilizar como receptor de aserrín.
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 tapó 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, se retiró el recipiente que contiene el aserrín y se guardó. Posteriormente se instaló de nuevo el equipo soxhlet, cuando estuvo por llenarse la parte media del soxhlet se dejó enfriar y se recuperó el solvente utilizado guardándolo en un recipiente oscuro herméticamente cerrado. Se repitió este proceso hasta que quedó 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.

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

Donde:

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%.

B.3. Determinación de holocelulosa en aserrín 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 esta operación fue repetida cada 30 minutos hasta completar 4 veces porque el aucatadijo es una madera de densidad baja.

Terminado el tratamiento se enfrió en agua helada y se filtró en 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 se pesó.

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

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

Donde:

R = Peso del residuo seco

W= Peso seco de la muestra seco.

B.4. Determinación de la celulosa en aserrín de madera y corteza.

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 se 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 se hizo hervir suavemente 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:

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

Donde:

R = Peso del residuo seco

W= Peso seco de la muestra seco

B.5. Determinación de la hemicelulosa en aserrín de madera y corteza.

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

B.6. Determinación de la lignina en aserrín de madera y corteza.

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

Al cabo de las 2 horas se pasó 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; 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 destilada 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:

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

Donde:
R = Peso de la lignina (residuo).
W = Peso de la muestra seca.

B.7. Determinación de cenizas en aserrín de madera y corteza.

Se pesó 5 gramos de muestra en un crisol con tapa previamente calentado a 600°C, enfriado y pesado.
Se colocó el crisol en la mufla, con una temperatura de 120°C, evitando pérdidas del material; se continuó el calentamiento hasta que toda la muestra fue carbonizada, cuando no hubo más llama, se subió la temperatura a 575 °C ± 25 °C y se calentó por 3 horas hasta la calcinación completa.

Terminado 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:

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

Donde:

R = Peso de cenizas

W = Peso seco de la muestra

B.8. Determinación de sílice en aserrín de madera y corteza.

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_2 O, 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.

Se aplicó un diseño unifactorial para todas las variables estudiadas en los niveles longitudinales del fuste. Se aplicó la prueba de Tukey si existía diferencia significativa.

Para ver si había diferencia significativa entre los tipos de tejidos (madera y corteza) se aplicó la prueba de T de Student para el cual se tiene:

1. Factor (tejidos)
   - -Corteza
   - -Madera

2. Factor (Niveles de fuste)
   - - Base (N1)
   - - Medio (N2)
   - - Ápice (N3)

3. Variables de respuesta:
   - Contenido de humedad
   - Extractivos (en agua fría, en agua caliente y en alcohol)
   - Holocelulosa
   - Celulosa
   - Hemicelulosa
   - Lignina
   - Cenizas
   - Sílice

N° de tratamientos = 3 x 3 = 9

N° de repeticiones = 5

N° de unidades experimentales = 9 x 5 = 45 Unid. Exp/Variable de resp.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Contenido de húmedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 5: Parámetros estadísticos del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Contenido de húmedad						
	Madera			Corteza		
Niveles	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	14.258	1.581	11.089	10.118	1.003	9.913
N2	12.638	0.913	7.224	9.058	1.251	13.811
N3	11.312	1.644	14.533	8.538	1.460	17.100

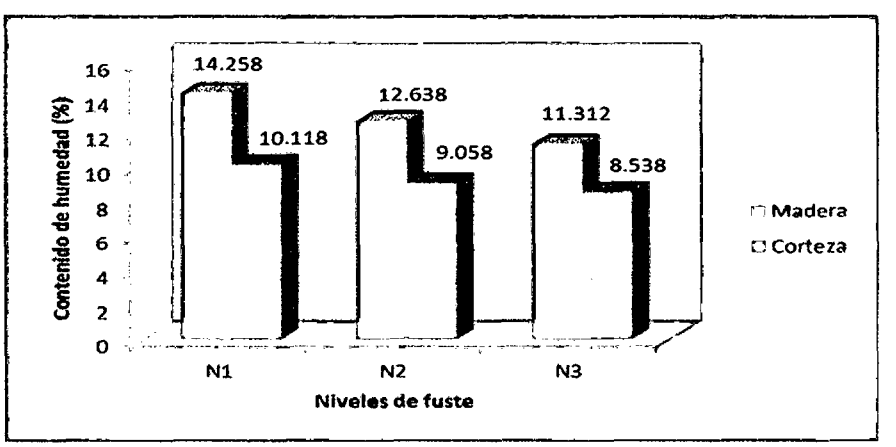


Gráfico 1: Promedio del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 5 y grafico 1 se observa el promedio del contenido de humedad en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de humedad fue obtenido en el nivel 1 (base) con 14.258 % en madera y

10.118 % en corteza, hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 11.312% en madera y 8.538% en corteza.

Cuadro 6: Análisis de variancia del contenido de humedad de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	65.31	32.65	16.23	0.000	*
Error	42	84.50	2.01			
Total	44	149.81				

Cuadro 7: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	14.258	12.638	11.312
	A		
		B	
			C

En los cuadros 6 y 7 se muestra la significancia del contenido de humedad de la madera entre los 3 niveles longitudinales de fuste (base medio y ápice), lo cual demuestra la variabilidad del contenido de humedad en los 3 niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 8: Análisis de variancia del contenido de humedad de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	19.45	9.73	6.20	0.004	*
Error	42	65.85	1.57			
Total	44	85.30				

Cuadro 9: Prueba de medias (Tukey) del contenido de humedad de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	10.118	9.058	8.538
	A	A	
		AB	B

En los cuadros 8 y 9 se muestra la significancia del contenido de humedad de la corteza entre los niveles longitudinales de fuste, donde en la base (N1) existe mayor contenido de humedad de 10.118 %.

4.2. Variación del contenido de humedad de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 10: Prueba de medias (T de Student) del contenido de humedad de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	C.H.	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	12.74	10.15	0.000	*
Corteza	9.24			

En el cuadro 10 se demuestra por la prueba de medias (T de Student) la significancia del contenido de humedad entre los tipos de tejidos (madera y corteza) con promedio de 12.74% y 9.24% respectivamente.

Tal como es demostrado en el cuadro 10 que la madera tiene mayor contenido de humedad que la corteza; esto se debe a que la corteza sirve de protección a la madera de muchos factores y por consiguiente tiene pérdida de humedad.

4.3. Extractivos en agua fría de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 11: Parámetros estadísticos de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Extractivos en agua fría						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variación	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variación
N1	19.028	1.003	5.271	22.146	2.228	10.061
N2	19.545	2.554	13.067	22.281	1.779	13.811
N3	18.676	1.896	10.152	22.021	1.727	17.100

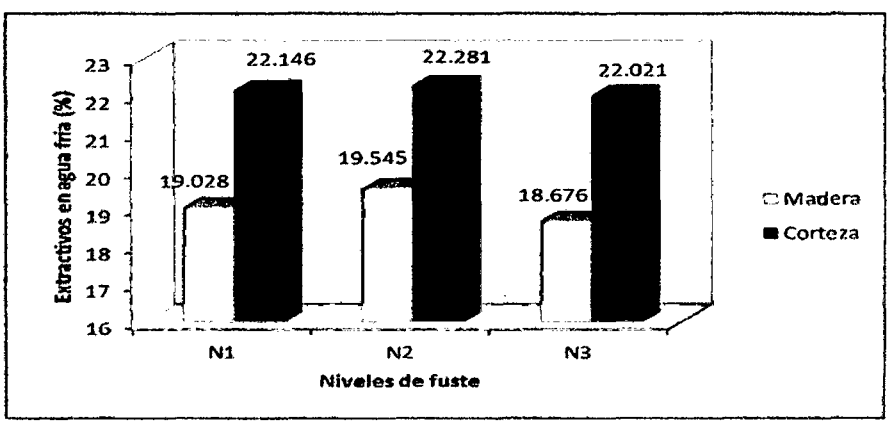


Gráfico 2: Promedio del contenido de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 11 y grafico 2 se observa el promedio de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de extractivos en agua fría fue obtenido en el nivel 2 (medio) con 22.281 % en madera y 19.545 % en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 22.021% en madera y 18.676% en corteza.

Cuadro 12: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua fría de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	5.73	2.87	0.77	0.468	N.S.
Error	42	155.73	3.71			
Total	44	161.46				

Cuadro 13: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua fría de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	0.51	0.25	0.07	0.934	N.S.
Error	42	155.54	3.70			
Total	44	156.05				

En los cuadros 12 y 13 se aprecia que no hay diferencia significativa en los extractivos en agua fría tanto en la corteza como la madera por niveles de longitudinales de fuste.

4.4. Variación del contenido de extractivos en agua fría de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 14: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos en agua fría de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	A.F.	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	19.08	7.66	0.000	*
Corteza	22.15			

En el cuadro 14 se observa que existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de extractivos la corteza, con un promedio de 22.15% frente a 19.08% de la madera.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009) en el estudio de la composición química de sangre de grado se nota que los extractivos en agua fría del aucatadijo tanto en madera y corteza es superior al encontrado por este autor quien reporta 3.82% y 6.24% (Fáchin, 2009).

Trujillo (2008), en el análisis sobre los extractos de *Coumarauna odorata* (shihuahuaco), tanto en aserrín y corteza; determinó que existe una 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 llegó a 2,74%. Esto se debe a que la corteza protege a la madera de los agentes patógenos e insectos ya que Abarca y Blanco (2003), asevera que los extractos que se solubilizan en agua fría son los taninos, gomas, azúcares, materiales colorantes que muchas veces tienen propiedades fungicidas e insecticidas.

4.5. Extractivos en agua caliente de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 15: Parámetros estadísticos de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Extractivos en agua caliente						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	17.978	1.548	8.611	26.119	2.492	9.541
N2	17.420	1.821	10.454	25.043	1.364	5.447
N3	16.435	2.350	14.299	24.842	0.988	3.977

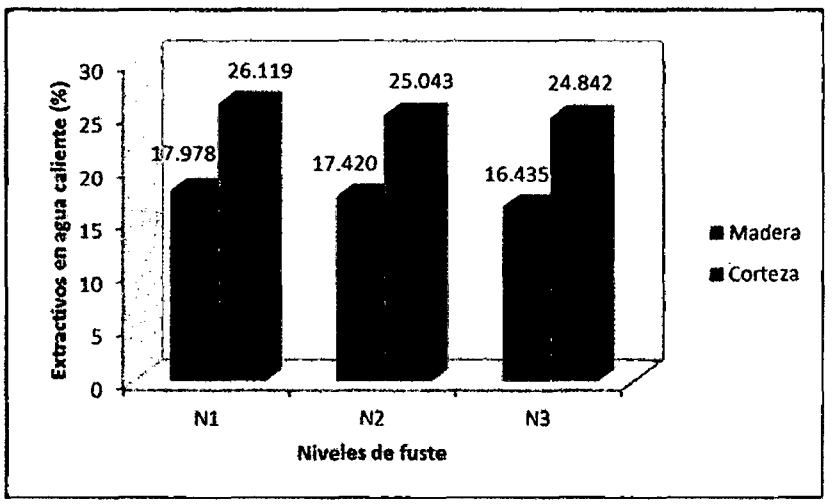


Gráfico 03: Promedio del contenido de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 15 y grafico 03 se observa el promedio de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. Donde el mayor contenido de extractivos fue obtenido en el nivel 1 (base) con 26.119 % en madera y 17.978 % en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 24.842% en madera y 16.435% en corteza.

Cuadro 16: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua caliente de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	18.32	9.16	2.45	0.099	N.S.
Error	42	157.30	3.75			
Total	44	175.62				

Cuadro 17: Análisis de variancia del contenido de extractivos en agua caliente de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	14.14	7.07	2.34	0.108	N.S.
Error	42	126.62	3.01			
Total	44	140.75				

En los cuadros 16 y 17 en el análisis de varianza se muestra que no existe diferencia significativa en los extractivos en agua caliente tanto en la madera como la corteza por niveles longitudinales de fuste.

4.6. Variación del contenido de extractivos en agua caliente de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 18: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos en agua caliente (%) de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	A.C.	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	17.28	20.16	0.000	*
Corteza	25.33			

En el cuadro 18 se observa que existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de extractivos en agua caliente la corteza, con un promedio de 25.33% frente a 17.28% de la madera.

En agua caliente se solubiliza los almidones. Pueden clasificarse en ácidos volátiles, aceites esenciales, ácidos resinosos y polifenoles (Abarca y Blanco, 2003).

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009) y Guevara (2009) en el estudio de la composición química de Sangre de grado y caimitillo se nota que los extractivos en agua caliente del aucatadijo tanto en madera y corteza es superior al encontrado por estos autores quienes

reportan 4.66% en madera y 7.13% en corteza (Fáchin, 2009) y 1.16% en madera y 3.19% en corteza (Guevara, 2009).

Trujillo (2008) asevera sobre los extractos de *Coumarauna odorata* (shihuahuaco), tanto en aserrín y corteza con los extractos en agua caliente es en la corteza donde se encontró en mayor cantidad con un 16,12% mientras que en la madera a 3,5%.

4.7. Extractivos en alcohol de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 19: Parámetros estadísticos del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Extractivos en alcohol						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	3.243	0.3712	11.446	3.296	0.3033	9.202
N2	2.858	0.4955	17.337	2.942	0.2482	8.436
N3	2.404	0.4876	20.283	2.599	0.2525	9.715

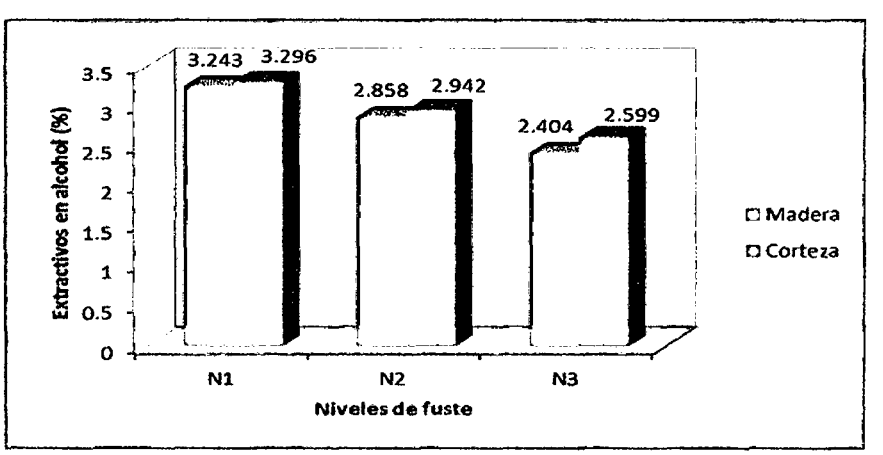


Gráfico 4: Promedio del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 19 y grafico 04 se observa el promedio de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de extractivos fue obtenido en el nivel 1 (base) con 3.243 % en madera y 3.296 % en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 2.404% en madera y 2.599% en corteza.

Cuadro 20: Análisis de variancia del contenido de extractivos en alcohol de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	5.289	2.645	12.78	0.000	*
Error	42	8.694	0.207			
Total	44	13.984				

Cuadro 21: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos en alcohol de la madera *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	3.243	2.858	2.404
	A	A	
			B

En el cuadro 20 se demuestra que existe significancia de los extractivos en alcohol de la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 21 con la prueba de medias (Tukey) se comprueba que la significancia está dada en el nivel N3.

Cuadro 22: Análisis de variancia del contenido de extractivos en alcohol de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	3.6489	1.8245	25.18	0.000	*
Error	42	3.0427	0.0724			
Total	44	6.6917				

Cuadro 23: Prueba de medias (Tukey) del contenido de extractivos en alcohol de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	3.296	2.942	2.599
	A		
		B	
			C

En el cuadro 22 se demuestra que existe significancia de los extractivos en alcohol de la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 23 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los tres niveles longitudinales de fuste.

4.8. Variación del contenido de extractivos en alcohol de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 24: Prueba de medias (T de Student) del contenido de extractivos en alcohol (%) de madera y corteza *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Alcohol	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	2.835	1.08	0.283	N.S.
Corteza	2.946			

En el cuadro 24 sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de extractivos en alcohol la corteza, con un promedio de 2.946% frente a 2.835% de la madera.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009), en el estudio de la composición química de Sangre de grado, se nota que los extractivos en alcohol del aucatadijo tanto en madera y corteza es inferior al encontrado por este autor, quien reporta 6.67% en madera y 8.95% en corteza (Fáchin, 2009).

4.9. Holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 25: Parámetros estadísticos del contenido de Holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Holocelulosa (%)						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	81.185	2.351	2.896	71.383	1.846	2.586
N2	77.294	2.764	3.576	69.444	0.889	1.280
N3	74.770	2.762	3.694	68.004	1.212	1.782

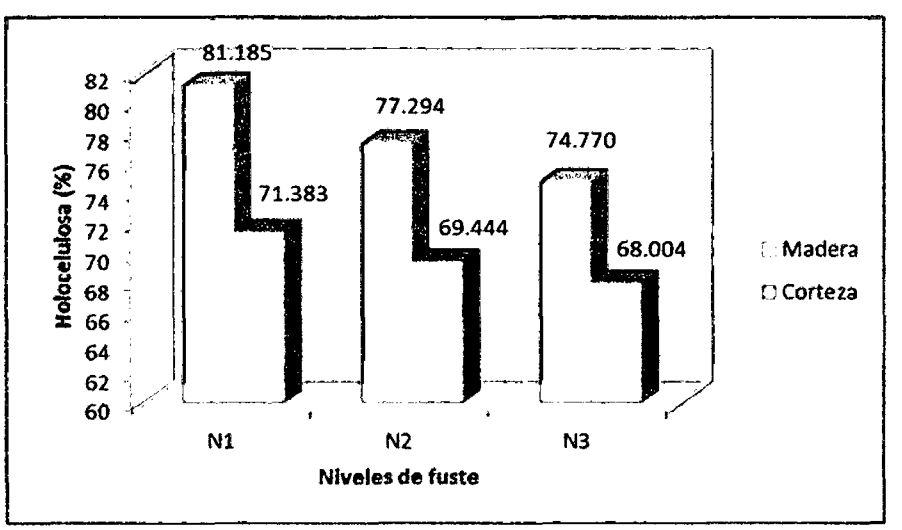


Gráfico 5: Promedio del contenido de holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 25 y grafico 5 se observa el promedio de holocelulosa en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de holocelulosa fue obtenido en el nivel N1 (base) con 81.185 % en madera y 71.383% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel N3 (ápice) con 74.770% en madera y 68.004% en corteza.

La holocelulosa encontrado en el presente trabajo es superior al encontrado por Fachín (2009) quien en forma general reporta 60.12% y 47.92% de holocelulosa en la madera y corteza respectivamente. Del mismo modo, es superior al encontrado por Guevara (2009), quien obtuvo 60.43% en la madera y 49.22% en la corteza.

Esta variación de la composición química se da entre la madera de árboles de la misma especie y en diferentes partes del propio árbol y la proporción de la composición química de la madera varía de acuerdo a la especie, a la edad y condiciones de crecimiento.

Cuadro 26: Análisis de variancia del contenido de holocelulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	331.29	156.64	22.60	0.000	*
Error	42	291.14	6.93			
Total	44	604.43				

Cuadro 27: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	81.185	77.294	74.770
	A		
		B	
			C

En el cuadro 26 se muestra que existe significancia holocelulosa en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 27 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los tres niveles longitudinales de fuste, siendo mayor en el nivel basal (N1).

Cuadro 28: Análisis de variancia del contenido de holocelulosa de la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	86.26	43.13	22.84	0.000	*
Error	42	79.32	1.89			
Total	44	169.57				

Cuadro 29: Prueba de medias (Tukey) del contenido de holocelulosa en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	71.383	69.444	68.004
	A		
		B	
			C

En el cuadro 28 se demuestra que existe significancia de holocelulosa en la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 27 con la prueba de medias (Tukey) se comprueba que la significancia está dada entre los tres niveles longitudinales de fuste (N1, N2 y N3), siendo mayor en el nivel basal (N1).

5.0. Variación del contenido de holocelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 30: Prueba de medias (T de Student) del contenido de holocelulosa (%) de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Holocelulosa	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	77.75	13.05	0.000	*
Corteza	69.61			

En el cuadro 30 existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de holocelulosa la madera, con un promedio de 77.75% frente a 69.61% de la madera.

5.1. Celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 31: Parámetros estadísticos del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Celulosa						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	53.976	2.741	5.078	47.935	4.354	9.083
N2	50.578	1.410	2.788	45.263	4.296	9.491
N3	46.753	4.114	8.799	43.622	3.710	8.505

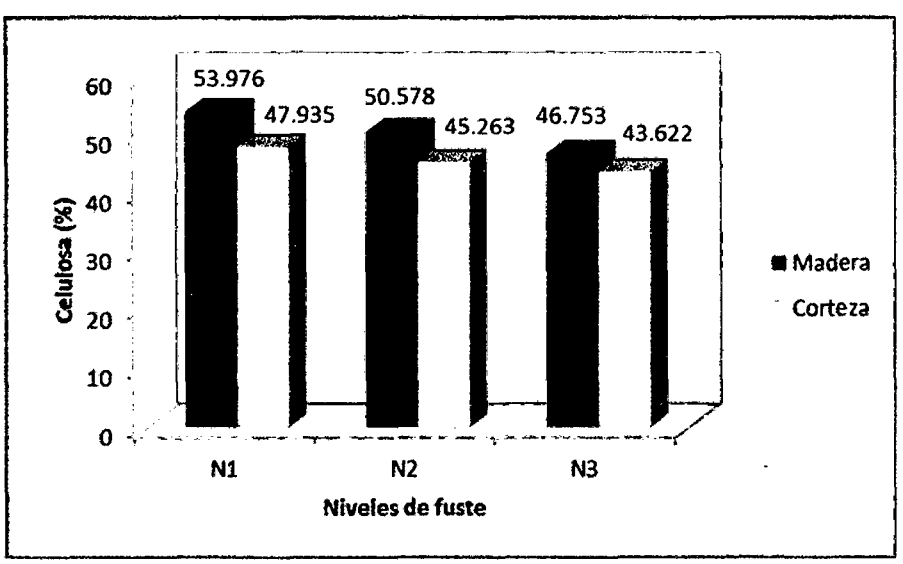


Gráfico 6: Promedio del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 31 y grafico 6 se observa el promedio de celulosa en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de celulosa fue obtenido en el nivel 1 (base) con 53.976% en madera y 47.935% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 46.753% en madera y 43.622% en corteza.

Cuadro 32: Análisis de variancia del contenido de celulosa en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	391.73	195.87	22.23	0.000	*
Error	42	370.03	8.81			
Total	44	761.76				

Cuadro 33: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa de la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	53.976	50.578	46.753
	A		
		B	
			C

En el cuadro 32 se muestra que existe significancia de la celulosa en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 33 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los tres niveles longitudinales de fuste, siendo mayor en el nivel basal (N1).

Cuadro 34: Análisis de variancia del contenido de celulosa en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	142.2	71.1	4.17	0.022	*
Error	42	716.4	17.1			
Total	44	858.6				

Cuadro 35: Prueba de medias (Tukey) del contenido de celulosa en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	47.935	45.263	43.622
	A	A	
		AB	B

En el cuadro 34 se muestra que existe significancia de la celulosa en la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 33 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los niveles longitudinales de fuste (N1 y N3).

5.2. Variación del contenido de celulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 36: Prueba de medias (T de Student) del contenido de celulosa de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl.

Tejidos	Celulosa	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	50.44	-5.34	0.000	*
Corteza	45.61			

En el cuadro 36 existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de celulosa la madera, con un promedio de 50.44% frente a 45.61% de la corteza.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009) y Guevara (2009), en el estudio de la composición química de Sangre de grado y caimitillo, se nota que la celulosa del aucatadijo tanto en madera y corteza es superior al encontrado por estos autores, quienes reportan 43.72% en madera y 35.93% en corteza (Fáchin, 2009) y 42.41% en madera y 27.33% en corteza (Guevara, 2009).

Comparando con los resultados obtenidos por Torres (2012), en el estudio de la composición química de la marupá reportó un promedio de celulosa de 54.213% en madera y 49.912% en corteza, siendo inferior el promedio de celulosa obtenido del aucatadijo.

5.3. Hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 37: Parámetros estadísticos del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Hemicelulosa						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N3	28.017	6.159	21.983	24.382	4.019	16.483
N2	26.716	3.895	14.579	24.181	4.745	19.623
N1	27.209	3.893	14.308	23.448	3.344	14.261

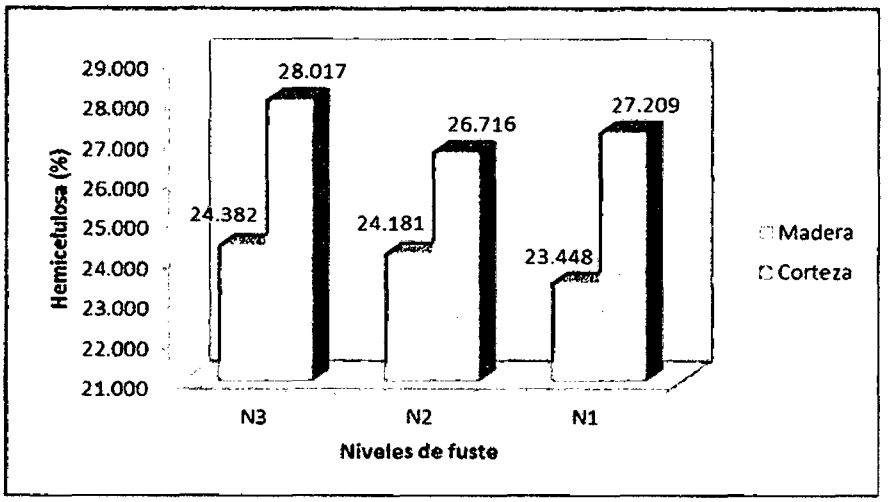


Gráfico 7: Promedio del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 37 y gráfico 7 se observa el promedio de hemicelulosa en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. donde el mayor contenido de hemicelulosa fue obtenido en el nivel 3 (ápice) con 24.382% en madera y 28.017% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 1 (base) con 23.448% en madera y 27.209% en corteza.

Cuadro 38: Análisis de variancia del contenido de hemicelulosa en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	112.96	56.48	9.98	0.001	*
Error	42	297.13	7.07			
Total	44	410.09				

Cuadro 39: Prueba de medias (Tukey) del contenido de hemicelulosa en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N3	N2	N1
Promedios	28.017	26.716	27.209
	A		
		B	B

En el cuadro 38 se demuestra que existe significancia de la hemicelulosa en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 39 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada en los niveles N3 y N2 y N3 y N1.

Cuadro 40: Análisis de variancia del contenido de hemicelulosa en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	33.4	16.7	0.79	0.460	N.S.
Error	42	886.5	21.1			
Total	44	919.9				

En el cuadro 40 se demuestra que no existe significancia entre los niveles longitudinales del fuste N1, N2 y N3.

5.4. Variación del contenido de hemicelulosa de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 41: Prueba de medias (T de Student) del contenido de hemicelulosa (%) de madera y corteza *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Hemicelulosa	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	27.31	3.60	0.001	*
Corteza	24.00			

En el cuadro 41 existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de hemicelulosa la madera, con un promedio de 27.31% frente a 24.00% de la corteza.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009) y Guevara (2009) en el estudio de la composición química de Sangre de grado y caimitillo se nota que la hemicelulosa obtenida del aucatadijo tanto en madera y corteza es superior al encontrado por estos autores quienes reportan 16.40% en madera y 12.00% en corteza (Fáchin, 2009) y 18.00% en madera y 21.90% en corteza (Guevara, 2009).

Por su parte Torres, M. (2012) reportó en su estudio de composición química de la marupá 12.827% de hemicelulosa en la madera y 11.340% de hemicelulosa en la corteza.

5.5. Lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 42: Parámetros estadísticos del contenido de lignina en la madera y corteza *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Lignina						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	20.918	1.348	6.444	24.375	4.404	18.068
N2	19.550	2.336	11.949	21.165	4.112	19.428
N3	15.969	1.304	8.166	18.748	4.372	23.320

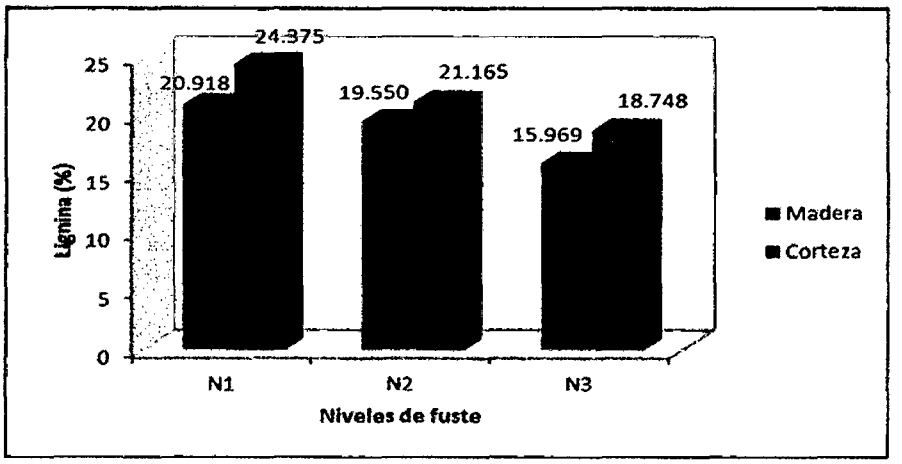


Gráfico 8: Promedio del contenido de lignina de madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 42 y grafico 8 se observa el promedio de lignina en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de lignina fue obtenido en el nivel 1 (base) con 20.918% en madera y 24.375% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 15.969% en madera y 18.748% en corteza.

Cuadro 43: Análisis de variancia del contenido de lignina en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	195.98	97.99	32.75	0.000	*
Error	42	125.66	2.99			
Total	44	321.64				

Cuadro 44: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	20.918	19.550	15.969
	A	A	
			B

En el cuadro 43 se demuestra que existe significancia de la lignina en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 44 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada en el nivel 3.

Cuadro 45: Análisis de variancia del contenido de lignina en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	239.0	119.5	6.47	0.004	*
Error	42	775.8	18.5			
Total	44	1014.8				

Cuadro 46: Prueba de medias (Tukey) del contenido de lignina en la corteza de *Croton matourensis Aubl.* (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	24.375	21.165	18.748
	A	A	
		AB	B

En el cuadro 45 se demuestra que existe significancia de la lignina en la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 46 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los niveles longitudinales de fuste (N1 y N3).

5.6. Variación del contenido de lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 47: Prueba de medias (T de Student) del contenido de lignina de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Lignina	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	18.81	3.18	0.002	*
Corteza	21.43			

En el cuadro 47 existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de lignina la corteza, con un promedio de 21.43% frente a 18.81% de la madera.

La mayor cantidad de lignina en la corteza es atribuida a la interferencia de la suberina que es una sustancia polimérica que se encuentra unida a la lignina en la corteza (Rodriguez, 1994).

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009), Guevara (2009), Torres (2012) y Guevara, B (2013) en el estudio de la composición química de Sangre de grado, caimitillo, marupá y pashaco blanco se nota que la lignina obtenida del aucatadijo tanto en madera y corteza es inferior al encontrado por estos autores quienes reportan 27.34% en madera y 29.93% en corteza (Fáchin, 2009), 32.35% en madera y 31.90% en corteza (Guevara, 2009), 34.621% en madera y 38.046% en corteza (Torres, 2012) y 22.46% en madera y 28.12% en corteza (Guevara, B. 2013).

5.7. Cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 48: Parámetros estadísticos del contenido de cenizas en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cenizas						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	1.990	0.164	8.246	7.860	0.546	6.945
N2	1.704	0.150	8.791	7.185	0.554	7.715
N3	1.327	0.153	11.507	6.550	0.575	8.780

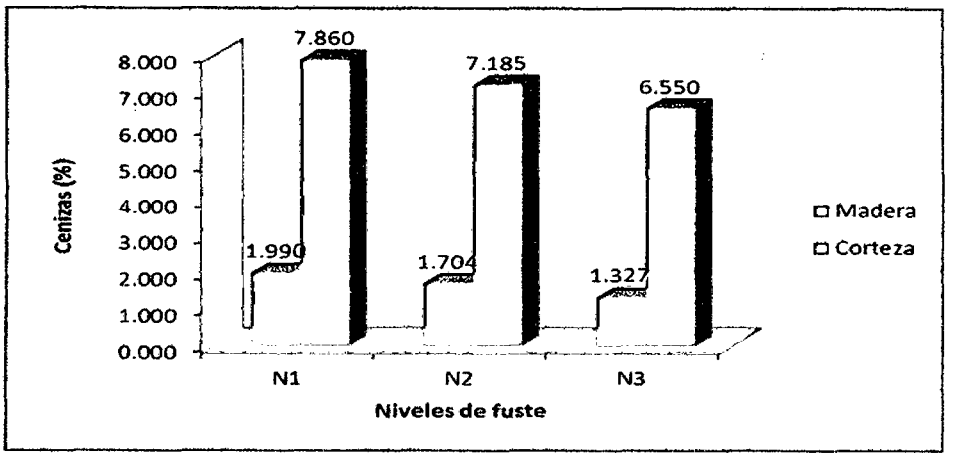


Gráfico 9: Promedio del contenido de cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 48 y grafico 9 se observa el promedio de cenizas en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de cenizas fue obtenido en el nivel 1 (base) con 1.990% en madera y 7.860% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 1.327% en madera y 6.550% en corteza.

Cuadro 49: Análisis de variancia del contenido de cenizas en la madera de *Croton matourensis Aubl.* (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	3.3191	1.6596	68.49	0.000	*
Error	42	1.0176	0.0242			
Total	44	4.3369				

Cuadro 50: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	1.990	1.704	1.327
	A		
		B	
			C

En el cuadro 49 se demuestra que existe significancia de la ceniza en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 50 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los 3 niveles longitudinales de fuste (N1, N2 y N3), siendo menor en el nivel apical (N3) y mayor en el nivel basal (N1).

Cuadro 51: Análisis de variancia del contenido de cenizas en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	12.873	6.436	20.63	0.000	*
Error	42	13.103	0.312			
Total	44	25.976				

Cuadro 52: Prueba de medias (Tukey) del contenido de cenizas en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	7.860	7.185	6.550
	A		
		B	
			C

En el cuadro 51 se demuestra que existe significancia de la ceniza en la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 52 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los 3 niveles longitudinales de fuste (N1, N2 y N3), siendo mayor en el nivel basal (N1).

5.8. Variación del contenido de cenizas de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 53: Prueba de medias (T de Student) del contenido de cenizas en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Cenizas	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	1,674	44,65	0.000	*
Corteza	7,199			

En el cuadro 53 existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de cenizas la corteza, con un promedio de 7.199% frente a 1.674% de la madera.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Fáchin (2009), Guevara (2009) y Torres (2012) en el estudio de la composición química de Sangre de grado, caimitillo y marupá se nota que la cenizas obtenidas del aucatadijo es superior en la corteza que en la madera, aseverado por dichos autores quienes reportan 1.02% en madera y 2.23% en corteza (Fáchin, 2009), 2.37% en madera y 6.57% en corteza (Guevara, 2009) y 0.584% en madera y 3.946% en corteza (Torres, 2012).

Rodríguez, (1994), afirma que hay mayor porcentaje de ceniza en la corteza atribuyendo que podría estar asociado al terreno de crecimiento de la especie.

5.9. Sílice de la madera y corteza *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Cuadro 54: Parámetros estadísticos del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Sílice						
Niveles	Madera			Corteza		
	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)	Promedio (%)	Desviación Estándar	Coeficiente Variación (%)
N1	0.574	0.186	32.404	0.620	0.1532	24.710
N2	0.421	0.199	47.268	0.523	0.1674	32.008
N3	0.336	0.189	56.250	0.352	0.1435	40.767

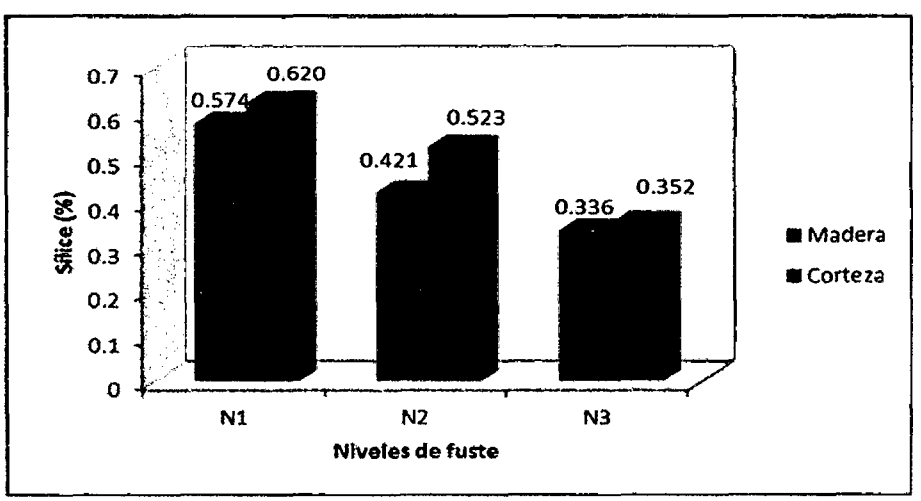


Gráfico10: Promedio del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

En el cuadro 54 y grafico 10 se observa el promedio de sílice en madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl., donde el mayor contenido de sílice fue obtenido en el nivel 1 (base) con 0.574% en madera y 0.620% en corteza y hasta llegar a disminuir en el nivel 3 (ápice) con 0.336% en madera y 0.352% en corteza.

Cuadro 55: Análisis de variancia del contenido de sílice en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	0.4350	0.2175	5.91	0.005	*
Error	42	1.5453	0.0368			
Total	44	1.9803				

Cuadro 56: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice en la madera de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	0.574	0.421	0.336
	A	A	
		AB	B

En el cuadro 55 se muestra que existe significancia de sílice en la madera entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 56 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los niveles longitudinales de fuste (N1 y N3) y (N2 y N3).

Cuadro 57: Análisis de variancia del contenido de sílice en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

F. V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Significancia
Tratamientos	2	0.5891	0.2946	12.26	0.000	*
Error	42	1.0091	0.0240			
Total	44	1.5982				

Cuadro 58: Prueba de medias (Tukey) del contenido de sílice en la corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo) por niveles longitudinales de fuste.

Tratamientos	N1	N2	N3
Promedios	0.630	0.523	0.352
	A	A	
			B

En el cuadro 57 se muestra que existe significancia de sílice en la corteza entre los niveles longitudinales de fuste y en el cuadro 58 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada entre los niveles longitudinales de fuste (N1 y N3) y (N2 y N3).

6.0. Variación del contenido de sílice de la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Cuadro 59: Prueba de medias (T de Student) del contenido de sílice en la madera y corteza de *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo).

Tejidos	Sílice	Valor de T	Valor de P	Significancia
Madera	0,444	1,35	0,180	N.S.
Corteza	0,501			

En el cuadro 59 no existe diferencia significativa entre los tejidos vegetales, teniendo la mayor cantidad de sílice la corteza, con un promedio de 0.501% frente a 0.444% de la madera.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por, Guevara (2009) y Torres (2012) en el estudio de la composición química de caimitillo y marupá se nota que el sílice obtenido del aucatadijo es superior en la corteza que en la madera, aseverado por dichos autores quienes reportan 0.98% en madera y 1.57% en corteza (Guevara, 2009) y 0.250% en madera y 0.264% en corteza (Torres, 2012).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- El contenido de extractivos solubles en agua fría son similares en los tres niveles longitudinales de fuste, sin embargo en el N2 (medio) tanto en madera(19.545%) y corteza(22.281%) son ligeramente superior a los otros niveles; en cuanto a los tejidos, se encontró diferencia significativa, siendo la corteza (22.25%) el que presenta más extractivos que la madera (19.08%).

- El contenido de extractivos solubles en agua caliente son similares en los tres niveles longitudinales de fuste, sin embargo en el N1 (base), tanto en madera (17.978%) y corteza (26.119%) son ligeramente superior a los otros niveles; en cuanto a los tejidos, se encontró diferencia significativa, siendo la corteza (25.33%) el que presenta más extractivos que la madera (17.28%).

- El mayor contenido de extractivos solubles en alcohol en la madera se encontró en el nivel N1 (3.243%) y N2 (2.858%) quienes no presentan diferencia significativa, mientras que en la corteza el mayor contenido de extractivos se encontró en el N1 (3.296%); entre los tejidos corteza (2.946%) y madera (2.835%) no existe diferencia significativa.

- El mayor contenido de holocelulosa, tanto en la madera como en la corteza se encontró en el nivel N1 con 81.185% y 71.383% respectivamente; así mismo se encontró diferencia significativa entre los tejidos, siendo la madera(77.75%) el que presenta más holocelulosa que la corteza(69.61%).

- El mayor contenido de celulosa en la madera se encontró en el nivel N1 con 53.976%, mientras que en la corteza el mayor contenido de celulosa se encontró en el nivel N1 (47.935%) y en el nivel N2 (45.263%) quienes no presentan diferencia significativa; así mismo se encontró diferencia

significativa entre los tejidos, siendo la madera (50.44%) el que presenta más celulosa que la corteza (45.61%).

- El mayor contenido de hemicelulosa en la madera se encontró en el nivel N3 con 28.017%, mientras que en la corteza no se encontró diferencia significativa de la hemicelulosa en los niveles de fuste; además se encontró diferencia significativa entre los tejidos, siendo la madera (27.31%) el que presenta más hemicelulosa que la corteza (24.00%).

- El mayor contenido de lignina, tanto en la madera y corteza, se encontró en los niveles N1 y N2 con 20.918% y 19.550%, y 24.375% y 21.165% respectivamente; así mismo, se encontró diferencia significativa entre los tejidos, siendo la corteza (21.43%) el que presenta más lignina que la madera (18.81%).

- El mayor contenido de cenizas, tanto en madera y corteza se encontró en el nivel N1 con 1.990% y 7.860% respectivamente; así mismo se encontró diferencia significativa entre los tejidos, siendo la corteza (7.199%) el que presenta más cenizas que la madera (1.674%).

- El mayor contenido de sílice, tanto en la madera como en la corteza, se encontró en los niveles N1 y N2 con 0.574% y 0.421%, y 0.63% y 0.523% respectivamente; Así mismo no se encontró diferencia significativa entre los tejidos, siendo la corteza (0.501%) el que presenta más sílice que la madera (0.444%).

5.2. RECOMENDACIONES.

- Promover la investigación sobre la caracterización química en otras especies forestales, y así comparar las concentraciones de los componentes químicos presentes; como también para árboles de la misma especie a partir de regiones distintas y de plantaciones.

- Realizar la determinación de los componentes químicos de la especie *Croton matourensis* Aubl, por niveles transversales del fuste (albura, duramen).

- De acuerdo a los porcentajes de extractivos en agua fría y agua caliente, celulosa, lignina y cenizas encontrado en *Croton matourensis* Aubl. (aucatadijo), se recomienda utilizar en la industria farmacéutica, sanitaria, perfumería, producción de etanol, producción de aromatizantes, odorantes, diluyentes de resinas, estabilizadores de emulsiones y producción de compost.

- Por el alto contenido de extractivos en agua fría, agua caliente y alcohol y por investigaciones realizadas al *Croton matourensis* Aubl. por Rivas D. (2007), se recomienda hacer una investigación exhaustiva de dichos extractivos para aislar e identificar algún extracto orgánico, ya que la composición química presente en las especies del género Croton tiene muchas aplicaciones farmacéuticas y medicinales.

BIBLIOGRAFIA

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

AIDER, LLUNCOR M. D. 2011. Informe técnico del estudio de la estructura anatómica de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios remanentes, en el marco del proyecto "utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales". Lima Perú.

AITKEN I., CADEL F. Y VOILLOT C. (1988). Constituants fibreux des pates papiers et cartons pratique de l'analyse, 1st edition. Pratique de l´analyse, Centre Technique du Papier, Grenoble.

CAI Y, CHEN ZP, PHILLIPSON JD. 1993. Clerodane diterpenoids from Croton lechleri. Phytochemistry 34: 265-268.

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.

CHANLIAUD E., SAULNIER L. Y THIBAULT J.F. (1995). Alkaline extraction and characterization of heteroxylans from maize bran. Journal of Cereal Science, 21, 195-203.

CLAYE S.S., IDOURAINE A. Y WEBER C.W. (1993). Extraction and fraction of insoluble fiber from five fiber source. Food Chemistry, 57, 305-310.

COPPEN, JJW (1993) Pinos y eucaliptos - Fuentes de los productos forestales no madereros en África. Ponencia presentada en la Reunión *I* Consejo Científico Asociado Regional de la FAO de Expertos Consulta sobre-productos forestales no madereros, Arusha, Tanzania, 17-22 de octubre de 1993.

GUEVARA Z., B. 2013. Determinación de los principales componentes químicos en corteza y madera por niveles longitudinales de fuste de *Schizolobium parahyba Vell Blake* (pashaco blanco) en Pucallpa. Tesis para optar el Título de Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Perú. 98 p.

ISEMBERG. 1998. Productos de transformación química de la madera, editorial Mariño. 33 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGRICULTURA. 2011. El Perú de los bosques. Lima.73 p.

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

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.

RIVAS D. 2007. Estudio fitoquímico de los metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Croton matourensis*. Tesis de Licenciatura en Química, Escuela de Química, UCV.

RODRIGUEZ, S. 1994. Analisis cuantitativo de componentes principales y secundarios en la corteza de diversas especies nativas y exoticas de la provincia de Llanquihue, X region , Valdivia, Chile. Pg. 45-48.

SANDOVAL M, OKUHAMA NN, CLARK M, ANGELES FM, LAO J, BUSTAMANTE S, MILLAR M. 2002. Sangre de grado *Croton palanostigma* induces apoptosis in human gastrointestinal cancer cells. J Ethnopharmacol. 80: 121-129.

SAULNIER L., VIGOUROUX J. Y THIBAULT J.F. (1995). Isolation and partial characterization of feruloylated oligosaccharides from maize. Carbohydrate Research, 272, 241-253.

SJÖSTRÖM, E. (1993) Wood chemistry. Fundamentals and Applications. Academic Press, San Diego.

SCHELLER H.V. Y ULVSKOV P. (2010). Hemicelluloses. Annual Review Plant Biology, 61, 263-289.

SUN R.C., TOMKINSON J., WANG Y.X. Y XIAO B. (2000a). Physico-chemical and structural characterization of hemicelluloses from wheat straw by alkaline peroxide extraction. Carbohydrate Polymers, 41, 2647-2656.

SUN R.C., TOMKINSON J., MA P.J., LIANG S.F. (2000b). Comparative study of hemicelloses from rice straw by alkali and hydrogen peroxide treatments. Carbohydrate Polymers, 42, 111-122.

SUN R.C. Y SUN X.F. (2001). Identificación and quantitation of lipophilic extractives from wheat straw.Industrial Crops and Production, 14, 51-64.

SUN R. Y TOMKINSON J. (2002). Comparative study of lignins isolated by alkali and ultrasound –assisted alkali extractions from wheat straw. Ultrasonics Sonochemistry, 9 (2), 85-93.

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.

TORRES V., M. 2012. Determinación de la composición química de la madera y corteza de Simarouba amara Aubl. (marupa) en Pucallpa. Tesis para optar el Título de ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa, Peru. 75p.

TORRICO F, CEPEDA M, GUERRERO G, MELÉNDEZ F, BLANCO Z, CANELON DJ, DÍAZ B, COMPAGNONE RS, SUÁREZ AI. 2007. Hypoglycaemic effect of Croton cuneatus in streptozotocin-induced diabetic rats. Braz J Pharmacognosy. 17: 166-169.

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 – Perú. 40p.

ULLMANN, F. 1982. Enciclopedia de química industrial (T- 9). Segunda edición Gustavo Gili S.A. Barcelona. 866p.

XIAO B., SUN X.F. Y SUN R.C. (2001). Chemical, structural and thermal characterizations of alkalisoluble lignins and hemicelluloses, and cellulose from maiz stems, rye straw and rice straw. Polymer Degradation and Stability, 74, 307-319.

ANEXOS

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

Cuadro 60: Contenido de humedad de la madera.

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
13.670	1	Madera
13.670	1	Madera
13.670	1	Madera
17.300	1	Madera
17.300	1	Madera
17.300	1	Madera
13.640	1	Madera
13.640	1	Madera
13.640	1	Madera
13.300	1	Madera
13.300	1	Madera
13.300	1	Madera
13.380	1	Madera
13.380	1	Madera
13.380	1	Madera
12.680	2	Madera
12.680	2	Madera
12.680	2	Madera
11.020	2	Madera
11.020	2	Madera
11.020	2	Madera
13.570	2	Madera
13.570	2	Madera
13.570	2	Madera
12.650	2	Madera
12.650	2	Madera
12.650	2	Madera
13.270	2	Madera
13.270	2	Madera
13.270	2	Madera
9.530	3	Madera
9.530	3	Madera
9.530	3	Madera
9.260	3	Madera
9.260	3	Madera
9.260	3	Madera
12.550	3	Madera
12.550	3	Madera
12.550	3	Madera
12.210	3	Madera
12.210	3	Madera
12.210	3	Madera
13.010	3	Madera
13.010	3	Madera
13.010	3	Madera

Cuadro 61: Contenido de humedad de la corteza.

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
10.670	1	Corteza
10.670	1	Corteza
10.670	1	Corteza
11.280	1	Corteza
11.280	1	Corteza
11.280	1	Corteza
10.040	1	Corteza
10.040	1	Corteza
10.040	1	Corteza
8.380	1	Corteza
8.380	1	Corteza
8.380	1	Corteza
10.220	1	Corteza
10.220	1	Corteza
10.220	1	Corteza
9.430	2	Corteza
9.430	2	Corteza
9.430	2	Corteza
10.880	2	Corteza
10.880	2	Corteza
10.880	2	Corteza
9.470	2	Corteza
9.470	2	Corteza
9.470	2	Corteza
7.380	2	Corteza
7.380	2	Corteza
7.380	2	Corteza
8.130	2	Corteza
8.130	2	Corteza
8.130	2	Corteza
8.720	3	Corteza
8.720	3	Corteza
8.720	3	Corteza
10.830	3	Corteza
10.830	3	Corteza
10.830	3	Corteza
9.020	3	Corteza
9.020	3	Corteza
9.020	3	Corteza
6.880	3	Corteza
6.880	3	Corteza
6.880	3	Corteza
7.240	3	Corteza
7.240	3	Corteza
7.240	3	Corteza

Cuadro 62: Extractivos en agua fría de la madera.

EXTRACTIVOS EN AGUA FRIA		
%E.A.F.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
20.567	1	Madera
20.394	1	Madera
20.363	1	Madera
18.937	1	Madera
19.581	1	Madera
19.058	1	Madera
17.934	1	Madera
18.509	1	Madera
18.125	1	Madera
18.284	1	Madera
17.448	1	Madera
17.758	1	Madera
19.567	1	Madera
19.730	1	Madera
19.164	1	Madera
18.696	2	Madera
18.145	2	Madera
18.182	2	Madera
23.521	2	Madera
24.203	2	Madera
24.894	2	Madera
18.591	2	Madera
18.475	2	Madera
18.764	2	Madera
17.341	2	Madera
17.015	2	Madera
16.958	2	Madera
19.293	2	Madera
19.457	2	Madera
19.639	2	Madera
21.886	3	Madera
22.063	3	Madera
21.809	3	Madera
20.567	3	Madera
17.716	3	Madera
18.001	3	Madera
17.483	3	Madera
18.431	3	Madera
17.531	3	Madera
16.354	3	Madera
17.572	3	Madera
17.572	3	Madera
18.127	3	Madera
17.266	3	Madera
17.756	3	Madera

Cuadro 63: Extractivos en agua fría de la corteza.

EXTRACTIVOS EN AGUA FRIA		
%E.A.F.A.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
23.415	1	Corteza
23.282	1	Corteza
23.817	1	Corteza
23.815	1	Corteza
24.322	1	Corteza
23.688	1	Corteza
19.587	1	Corteza
19.913	1	Corteza
19.561	1	Corteza
24.219	1	Corteza
23.832	1	Corteza
23.813	1	Corteza
17.852	1	Corteza
21.578	1	Corteza
19.499	1	Corteza
23.581	2	Corteza
23.381	2	Corteza
23.679	2	Corteza
22.498	2	Corteza
21.312	2	Corteza
22.408	2	Corteza
18.713	2	Corteza
19.503	2	Corteza
19.438	2	Corteza
23.371	2	Corteza
24.328	2	Corteza
24.298	2	Corteza
22.595	2	Corteza
22.214	2	Corteza
22.899	2	Corteza
23.987	3	Corteza
24.103	3	Corteza
23.757	3	Corteza
20.492	3	Corteza
21.356	3	Corteza
21.433	3	Corteza
19.297	3	Corteza
19.532	3	Corteza
19.087	3	Corteza
23.065	3	Corteza
23.364	3	Corteza
23.073	3	Corteza
22.560	3	Corteza
22.925	3	Corteza
22.280	3	Corteza

Cuadro 64: Extractivos en agua caliente de la madera.

EXTRACTIVOS EN AGUA CALIENTE		
%E.A.C.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
19.161	1	Madera
18.834	1	Madera
18.478	1	Madera
19.711	1	Madera
19.801	1	Madera
20.022	1	Madera
15.774	1	Madera
15.990	1	Madera
15.717	1	Madera
18.408	1	Madera
18.590	1	Madera
19.022	1	Madera
16.772	1	Madera
16.287	1	Madera
17.101	1	Madera
17.549	2	Madera
17.983	2	Madera
17.421	2	Madera
20.261	2	Madera
20.515	2	Madera
21.254	2	Madera
16.207	2	Madera
16.158	2	Madera
15.450	2	Madera
17.064	2	Madera
16.420	2	Madera
15.857	2	Madera
16.217	2	Madera
16.439	2	Madera
16.504	2	Madera
15.775	3	Madera
15.956	3	Madera
16.569	3	Madera
18.889	3	Madera
18.340	3	Madera
18.697	3	Madera
18.964	3	Madera
18.925	3	Madera
18.593	3	Madera
12.877	3	Madera
12.373	3	Madera
12.663	3	Madera
15.686	3	Madera
15.645	3	Madera
16.570	3	Madera

Cuadro 65: Extractivos en agua caliente de la corteza.

EXTRACTIVOS EN AGUA CALIENTE		
%E.A.C.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
21.517	1	Corteza
21.685	1	Corteza
21.405	1	Corteza
26.015	1	Corteza
26.379	1	Corteza
25.959	1	Corteza
27.444	1	Corteza
28.233	1	Corteza
28.095	1	Corteza
27.831	1	Corteza
28.348	1	Corteza
26.456	1	Corteza
27.499	1	Corteza
27.209	1	Corteza
27.707	1	Corteza
23.754	2	Corteza
23.943	2	Corteza
23.668	2	Corteza
23.502	2	Corteza
23.158	2	Corteza
23.605	2	Corteza
26.583	2	Corteza
26.720	2	Corteza
26.858	2	Corteza
24.883	2	Corteza
26.197	2	Corteza
26.374	2	Corteza
25.178	2	Corteza
26.317	2	Corteza
24.911	2	Corteza
25.571	3	Corteza
24.454	3	Corteza
25.105	3	Corteza
24.617	3	Corteza
25.101	3	Corteza
24.511	3	Corteza
24.383	3	Corteza
25.230	3	Corteza
24.212	3	Corteza
23.692	3	Corteza
23.638	3	Corteza
23.264	3	Corteza
26.615	3	Corteza
25.757	3	Corteza
26.481	3	Corteza

Cuadro 66: Extractivos en alcohol de la madera.

EXTRACTIVO EN ALCOHOL		
%E.A.A.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
2.546	1	Madera
2.834	1	Madera
2.596	1	Madera
3.443	1	Madera
3.436	1	Madera
3.741	1	Madera
3.119	1	Madera
3.233	1	Madera
3.005	1	Madera
3.560	1	Madera
3.221	1	Madera
3.274	1	Madera
3.566	1	Madera
3.737	1	Madera
3.340	1	Madera
2.172	2	Madera
1.887	2	Madera
2.170	2	Madera
3.302	2	Madera
2.915	2	Madera
2.860	2	Madera
2.826	2	Madera
3.227	2	Madera
2.539	2	Madera
3.080	2	Madera
2.853	2	Madera
2.743	2	Madera
3.562	2	Madera
3.506	2	Madera
3.222	2	Madera
1.874	3	Madera
1.599	3	Madera
1.378	3	Madera
2.472	3	Madera
2.581	3	Madera
2.310	3	Madera
2.564	3	Madera
2.227	3	Madera
2.338	3	Madera
2.613	3	Madera
2.780	3	Madera
2.388	3	Madera
2.980	3	Madera
3.149	3	Madera
2.814	3	Madera

Cuadro 67: Extractivos en alcohol de la corteza.

EXTRACTIVO EN ALCOHOL		
%E.A.A.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
2.905	1	Corteza
3.013	1	Corteza
3.068	1	Corteza
3.601	1	Corteza
3.869	1	Corteza
3.712	1	Corteza
3.597	1	Corteza
3.380	1	Corteza
3.216	1	Corteza
3.048	1	Corteza
3.263	1	Corteza
2.832	1	Corteza
3.224	1	Corteza
3.439	1	Corteza
3.278	1	Corteza
2.914	2	Corteza
2.808	2	Corteza
2.702	2	Corteza
3.468	2	Corteza
3.249	2	Corteza
3.305	2	Corteza
2.976	2	Corteza
2.647	2	Corteza
3.027	2	Corteza
2.745	2	Corteza
2.639	2	Corteza
2.904	2	Corteza
2.877	2	Corteza
3.090	2	Corteza
2.770	2	Corteza
2.624	3	Corteza
2.838	3	Corteza
2.407	3	Corteza
3.017	3	Corteza
2.907	3	Corteza
2.743	3	Corteza
2.846	3	Corteza
2.471	3	Corteza
2.741	3	Corteza
2.571	3	Corteza
2.466	3	Corteza
2.307	3	Corteza
2.581	3	Corteza
2.365	3	Corteza
2.099	3	Corteza

Cuadro 68: Holocelulosa de la madera.

HOLOCELULOSA		
%Holocelulosa	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
83.092	1	Madera
84.042	1	Madera
83.441	1	Madera
81.801	1	Madera
80.422	1	Madera
81.954	1	Madera
83.565	1	Madera
83.108	1	Madera
83.634	1	Madera
80.484	1	Madera
79.740	1	Madera
79.443	1	Madera
78.568	1	Madera
77.137	1	Madera
77.346	1	Madera
76.579	2	Madera
79.525	2	Madera
79.125	2	Madera
75.122	2	Madera
74.190	2	Madera
74.824	2	Madera
81.456	2	Madera
81.540	2	Madera
81.540	2	Madera
77.343	2	Madera
78.028	2	Madera
76.567	2	Madera
74.844	2	Madera
74.248	2	Madera
74.482	2	Madera
76.682	3	Madera
75.693	3	Madera
76.971	3	Madera
73.609	3	Madera
74.354	3	Madera
74.205	3	Madera
78.682	3	Madera
78.252	3	Madera
78.910	3	Madera
74.127	3	Madera
74.416	3	Madera
73.395	3	Madera
70.418	3	Madera
70.742	3	Madera
71.100	3	Madera

Cuadro 69: Holocelulosa de la corteza.

HOLOCELULOSA		
%H.A.	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
70.749	1	Corteza
71.105	1	Corteza
71.265	1	Corteza
74.926	1	Corteza
74.866	1	Corteza
74.723	1	Corteza
71.325	1	Corteza
70.654	1	Corteza
70.378	1	Corteza
69.860	1	Corteza
70.230	1	Corteza
69.792	1	Corteza
70.247	1	Corteza
70.442	1	Corteza
70.179	1	Corteza
70.061	2	Corteza
69.830	2	Corteza
69.659	2	Corteza
68.037	2	Corteza
67.869	2	Corteza
67.722	2	Corteza
69.940	2	Corteza
70.436	2	Corteza
69.628	2	Corteza
70.240	2	Corteza
68.975	2	Corteza
69.454	2	Corteza
70.113	2	Corteza
69.560	2	Corteza
70.133	2	Corteza
67.049	3	Corteza
67.435	3	Corteza
66.353	3	Corteza
66.222	3	Corteza
66.508	3	Corteza
66.486	3	Corteza
69.260	3	Corteza
68.839	3	Corteza
68.565	3	Corteza
68.163	3	Corteza
69.118	3	Corteza
68.243	3	Corteza
69.592	3	Corteza
69.042	3	Corteza
69.179	3	Corteza

Cuadro 70: Celulosa de la madera.

CELULOSA		
%Celulosa	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
55.958	1	Madera
56.185	1	Madera
56.071	1	Madera
56.184	1	Madera
57.687	1	Madera
56.992	1	Madera
49.923	1	Madera
49.205	1	Madera
49.503	1	Madera
53.323	1	Madera
52.898	1	Madera
52.527	1	Madera
53.726	1	Madera
54.413	1	Madera
55.043	1	Madera
49.985	2	Madera
49.708	2	Madera
49.455	2	Madera
50.192	2	Madera
50.335	2	Madera
50.528	2	Madera
48.670	2	Madera
48.646	2	Madera
48.637	2	Madera
52.385	2	Madera
52.016	2	Madera
51.694	2	Madera
52.425	2	Madera
52.184	2	Madera
51.813	2	Madera
39.539	3	Madera
39.358	3	Madera
39.158	3	Madera
47.757	3	Madera
48.259	3	Madera
48.748	3	Madera
47.039	3	Madera
47.176	3	Madera
46.958	3	Madera
48.048	3	Madera
47.836	3	Madera
47.575	3	Madera
51.180	3	Madera
51.289	3	Madera
51.372	3	Madera

Cuadro 71: Celulosa de la corteza.

CELULOSA		
%Celulosa	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
43.391	1	Corteza
43.472	1	Corteza
43.705	1	Corteza
53.804	1	Corteza
53.689	1	Corteza
53.438	1	Corteza
51.694	1	Corteza
51.292	1	Corteza
51.390	1	Corteza
42.721	1	Corteza
43.050	1	Corteza
43.387	1	Corteza
47.918	1	Corteza
47.934	1	Corteza
48.140	1	Corteza
41.810	2	Corteza
41.494	2	Corteza
41.184	2	Corteza
50.566	2	Corteza
50.281	2	Corteza
50.013	2	Corteza
50.029	2	Corteza
49.705	2	Corteza
49.430	2	Corteza
40.421	2	Corteza
40.172	2	Corteza
39.843	2	Corteza
44.852	2	Corteza
44.690	2	Corteza
44.450	2	Corteza
40.255	3	Corteza
39.976	3	Corteza
39.743	3	Corteza
47.975	3	Corteza
47.855	3	Corteza
47.607	3	Corteza
47.505	3	Corteza
47.630	3	Corteza
47.961	3	Corteza
39.260	3	Corteza
39.674	3	Corteza
39.936	3	Corteza
42.337	3	Corteza
42.972	3	Corteza
43.638	3	Corteza

Cuadro 72: Hemicelulosa de la madera.

HEMICELULOSA		
% HEMICELULOSA	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
27.134	1	Madera
27.857	1	Madera
27.370	1	Madera
25.617	1	Madera
22.735	1	Madera
24.962	1	Madera
33.641	1	Madera
33.902	1	Madera
34.131	1	Madera
27.161	1	Madera
26.842	1	Madera
26.917	1	Madera
24.842	1	Madera
22.725	1	Madera
22.303	1	Madera
26.593	2	Madera
29.817	2	Madera
29.670	2	Madera
24.931	2	Madera
23.855	2	Madera
24.296	2	Madera
32.785	2	Madera
32.893	2	Madera
32.903	2	Madera
24.958	2	Madera
26.011	2	Madera
24.873	2	Madera
22.419	2	Madera
22.063	2	Madera
22.668	2	Madera
37.142	3	Madera
36.335	3	Madera
37.814	3	Madera
25.852	3	Madera
26.094	3	Madera
25.457	3	Madera
31.644	3	Madera
31.076	3	Madera
31.951	3	Madera
26.079	3	Madera
26.580	3	Madera
25.819	3	Madera
19.237	3	Madera
19.453	3	Madera
19.728	3	Madera

Cuadro 73: Hemicelulosa de la corteza.

HEMICELULOSA		
% HEMICELULOSA	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
27.358	1	Corteza
27.633	1	Corteza
27.560	1	Corteza
21.122	1	Corteza
21.177	1	Corteza
21.284	1	Corteza
19.631	1	Corteza
19.362	1	Corteza
18.988	1	Corteza
27.138	1	Corteza
27.180	1	Corteza
26.404	1	Corteza
22.329	1	Corteza
22.508	1	Corteza
22.039	1	Corteza
28.251	2	Corteza
28.336	2	Corteza
28.475	2	Corteza
17.471	2	Corteza
17.588	2	Corteza
17.709	2	Corteza
19.910	2	Corteza
20.732	2	Corteza
20.199	2	Corteza
29.819	2	Corteza
28.803	2	Corteza
29.611	2	Corteza
25.260	2	Corteza
24.870	2	Corteza
25.682	2	Corteza
26.794	3	Corteza
27.459	3	Corteza
26.610	3	Corteza
18.247	3	Corteza
18.653	3	Corteza
18.879	3	Corteza
21.755	3	Corteza
21.209	3	Corteza
20.604	3	Corteza
28.904	3	Corteza
29.444	3	Corteza
28.307	3	Corteza
27.255	3	Corteza
26.071	3	Corteza
25.541	3	Corteza

Cuadro 74: Lignina de la madera.

LIGNINA		
% LIGNINA	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
20.862	1	Madera
19.037	1	Madera
19.421	1	Madera
22.627	1	Madera
19.352	1	Madera
20.712	1	Madera
22.259	1	Madera
23.526	1	Madera
22.836	1	Madera
20.009	1	Madera
20.690	1	Madera
20.259	1	Madera
20.197	1	Madera
20.739	1	Madera
21.251	1	Madera
18.269	2	Madera
17.908	2	Madera
17.610	2	Madera
20.647	2	Madera
19.196	2	Madera
19.603	2	Madera
24.340	2	Madera
22.290	2	Madera
22.609	2	Madera
21.458	2	Madera
19.593	2	Madera
19.384	2	Madera
16.211	2	Madera
17.158	2	Madera
16.980	2	Madera
14.584	3	Madera
13.872	3	Madera
14.613	3	Madera
16.197	3	Madera
15.932	3	Madera
16.449	3	Madera
17.584	3	Madera
18.908	3	Madera
17.426	3	Madera
15.218	3	Madera
15.414	3	Madera
16.370	3	Madera
15.655	3	Madera
15.069	3	Madera
16.243	3	Madera

Cuadro 75: Lignina de la corteza.

LIGNINA		
LIGNINA	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
25.568	1	Corteza
24.495	1	Corteza
26.822	1	Corteza
19.422	1	Corteza
18.692	1	Corteza
19.066	1	Corteza
31.319	1	Corteza
30.497	1	Corteza
31.001	1	Corteza
26.091	1	Corteza
25.630	1	Corteza
25.338	1	Corteza
20.974	1	Corteza
20.553	1	Corteza
20.151	1	Corteza
24.840	2	Corteza
24.255	2	Corteza
21.885	2	Corteza
16.937	2	Corteza
15.839	2	Corteza
16.364	2	Corteza
27.643	2	Corteza
27.038	2	Corteza
26.572	2	Corteza
21.852	2	Corteza
20.365	2	Corteza
20.862	2	Corteza
18.160	2	Corteza
17.329	2	Corteza
17.528	2	Corteza
22.129	3	Corteza
22.955	3	Corteza
22.324	3	Corteza
16.324	3	Corteza
15.526	3	Corteza
15.941	3	Corteza
25.205	3	Corteza
24.936	3	Corteza
25.070	3	Corteza
16.258	3	Corteza
15.601	3	Corteza
15.418	3	Corteza
14.958	3	Corteza
14.545	3	Corteza
14.024	3	Corteza

Cuadro 76: Cenizas de la madera.

CENIZAS		
CENIZAS	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
2.002	1	Madera
2.082	1	Madera
1.852	1	Madera
2.172	1	Madera
1.932	1	Madera
2.095	1	Madera
2.043	1	Madera
2.004	1	Madera
1.887	1	Madera
2.151	1	Madera
1.919	1	Madera
2.225	1	Madera
1.574	1	Madera
1.843	1	Madera
2.075	1	Madera
1.827	2	Madera
1.678	2	Madera
1.674	2	Madera
1.644	2	Madera
1.571	2	Madera
1.496	2	Madera
1.847	2	Madera
1.771	2	Madera
1.692	2	Madera
1.866	2	Madera
1.602	2	Madera
1.639	2	Madera
1.648	2	Madera
2.071	2	Madera
1.533	2	Madera
1.214	3	Madera
1.545	3	Madera
1.250	3	Madera
1.392	3	Madera
1.467	3	Madera
1.319	3	Madera
1.483	3	Madera
1.408	3	Madera
1.522	3	Madera
1.061	3	Madera
1.213	3	Madera
1.325	3	Madera
1.414	3	Madera
1.071	3	Madera
1.224	3	Madera

Cuadro 77: Cenizas de la corteza.

CENIZAS		
% CENIZAS	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
8.270	1	Corteza
9.223	1	Corteza
8.496	1	Corteza
7.574	1	Corteza
7.877	1	Corteza
7.810	1	Corteza
8.283	1	Corteza
8.064	1	Corteza
7.850	1	Corteza
7.376	1	Corteza
7.264	1	Corteza
7.110	1	Corteza
7.445	1	Corteza
7.591	1	Corteza
7.668	1	Corteza
7.860	2	Corteza
8.194	2	Corteza
8.307	2	Corteza
7.284	2	Corteza
7.197	2	Corteza
7.053	2	Corteza
6.947	2	Corteza
7.053	2	Corteza
7.195	2	Corteza
6.503	2	Corteza
6.643	2	Corteza
6.423	2	Corteza
7.211	2	Corteza
6.848	2	Corteza
7.063	2	Corteza
7.437	3	Corteza
7.503	3	Corteza
7.515	3	Corteza
7.009	3	Corteza
6.568	3	Corteza
6.417	3	Corteza
6.438	3	Corteza
6.664	3	Corteza
6.403	3	Corteza
6.323	3	Corteza
6.187	3	Corteza
6.071	3	Corteza
5.953	3	Corteza
6.069	3	Corteza
5.697	3	Corteza

Cuadro 78: Sílice de la madera.

SILICE		
% SILICE	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
0.886	1	Madera
0.733	1	Madera
0.694	1	Madera
0.603	1	Madera
0.483	1	Madera
0.524	1	Madera
0.231	1	Madera
0.308	1	Madera
0.385	1	Madera
0.691	1	Madera
0.614	1	Madera
0.652	1	Madera
0.845	1	Madera
0.499	1	Madera
0.461	1	Madera
0.761	2	Madera
0.610	2	Madera
0.913	2	Madera
0.411	2	Madera
0.337	2	Madera
0.262	2	Madera
0.346	2	Madera
0.385	2	Madera
0.231	2	Madera
0.343	2	Madera
0.458	2	Madera
0.381	2	Madera
0.153	2	Madera
0.345	2	Madera
0.383	2	Madera
0.441	3	Madera
0.478	3	Madera
0.883	3	Madera
0.183	3	Madera
0.257	3	Madera
0.293	3	Madera
0.228	3	Madera
0.114	3	Madera
0.304	3	Madera
0.303	3	Madera
0.379	3	Madera
0.454	3	Madera
0.115	3	Madera
0.230	3	Madera
0.382	3	Madera

Cuadro 79: Sílice de la corteza.

SILICE		
% SILICE	Nº NIVELES	TIPO DE TEJIDO
0.596	1	Corteza
1.041	1	Corteza
0.671	1	Corteza
0.825	1	Corteza
0.638	1	Corteza
0.563	1	Corteza
0.555	1	Corteza
0.592	1	Corteza
0.444	1	Corteza
0.763	1	Corteza
0.654	1	Corteza
0.472	1	Corteza
0.593	1	Corteza
0.555	1	Corteza
0.482	1	Corteza
0.882	2	Corteza
0.845	2	Corteza
0.588	2	Corteza
0.523	2	Corteza
0.634	2	Corteza
0.485	2	Corteza
0.515	2	Corteza
0.588	2	Corteza
0.404	2	Corteza
0.539	2	Corteza
0.395	2	Corteza
0.359	2	Corteza
0.326	2	Corteza
0.362	2	Corteza
0.398	2	Corteza
0.219	3	Corteza
0.801	3	Corteza
0.365	3	Corteza
0.224	3	Corteza
0.373	3	Corteza
0.410	3	Corteza
0.366	3	Corteza
0.330	3	Corteza
0.256	3	Corteza
0.429	3	Corteza
0.322	3	Corteza
0.393	3	Corteza
0.323	3	Corteza
0.251	3	Corteza
0.215	3	Corteza

Anexo 2: Iconografías.

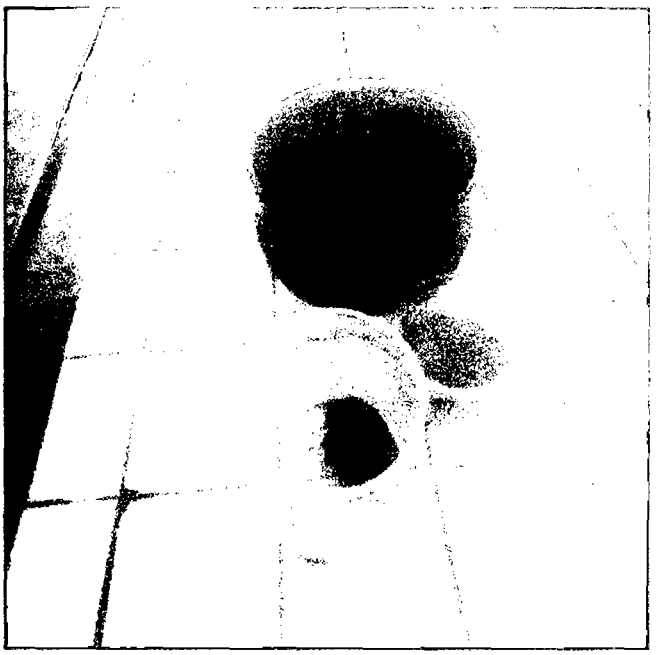


Gráfico 11: Muestra de aserrín.



Gráfico 12: Pesado del aserrín.

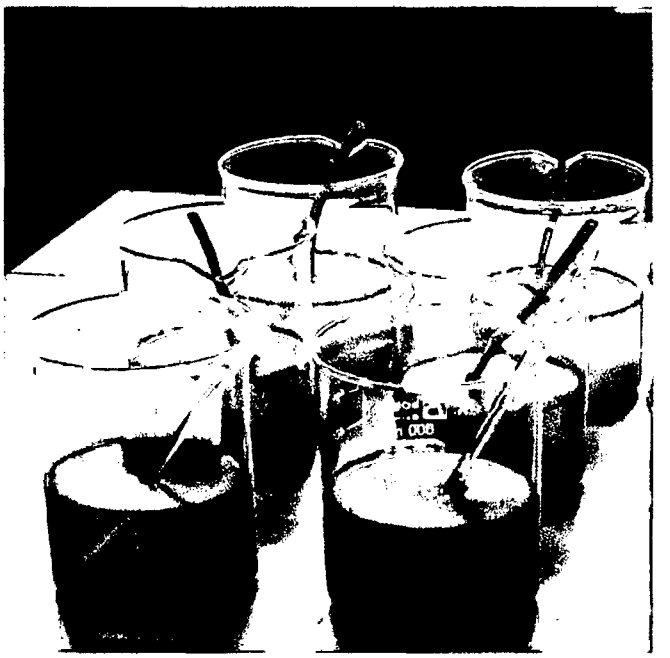


Gráfico 13: Determinación de extractivos en agua fría.



Gráfico 14: Determinación de extractivos en agua caliente.

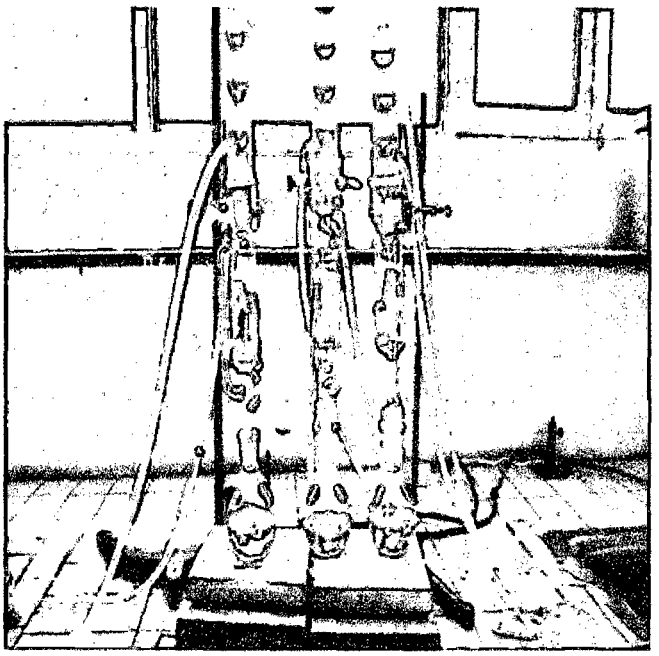


Gráfico 15: Determinación de extractivos en alcohol

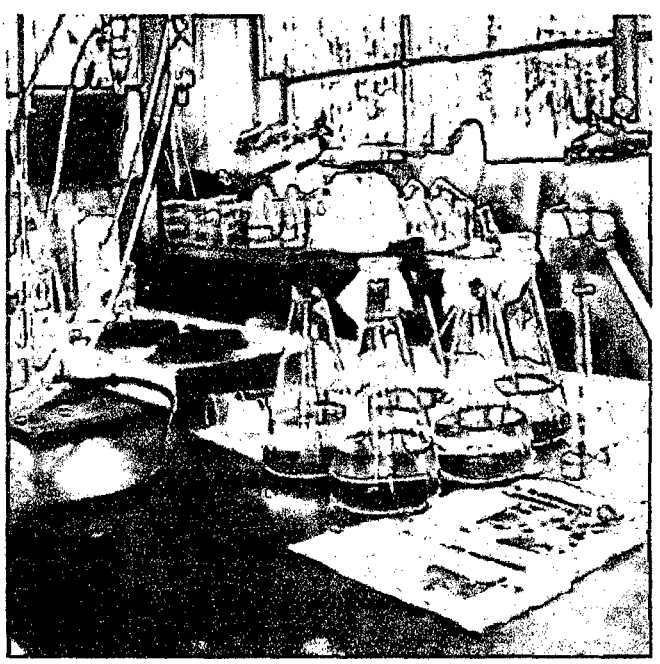


Gráfico 16: Determinación de lignina.

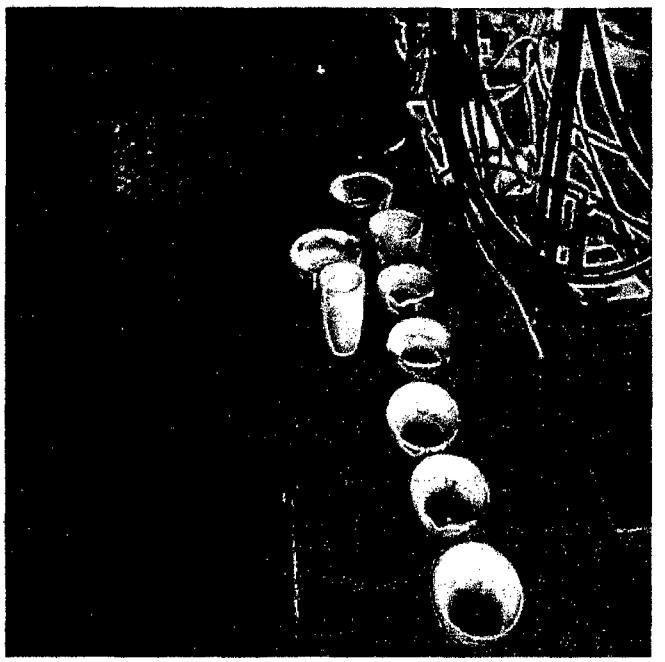


Gráfico 17: Determinación de celulosa.

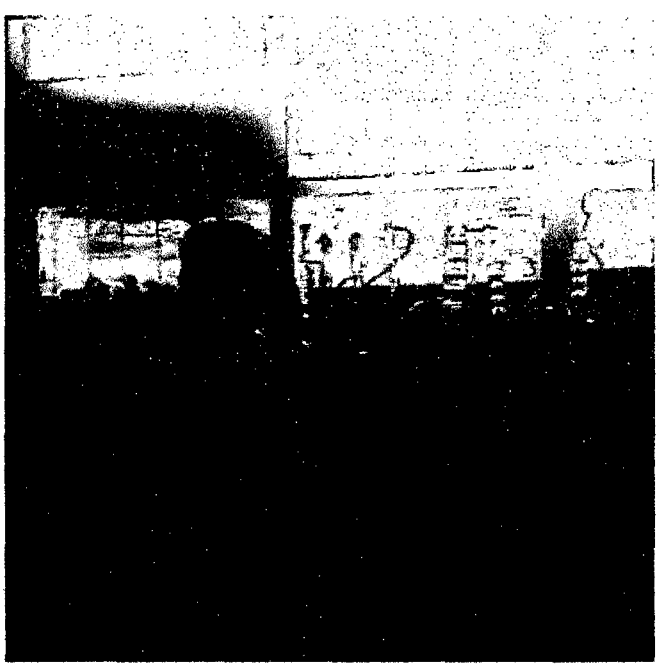


Gráfico 18: Determinación de holocelulosa.