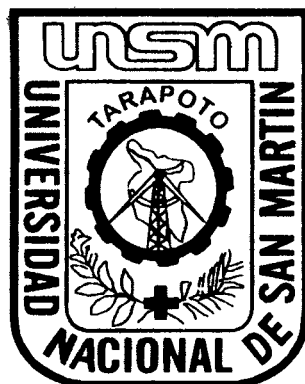


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“Determinación de los estándares de calidad de la fibra de bombonaje (Carludovica palmata) para su utilización en la fabricación de sombreros”

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por:



Julia Anne Torres Goicoechea

Tarapoto - Perú

2001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“Determinación de los estándares de calidad de la fibra de bombonaje
(Carludovica palmata) para su utilización en la fabricación de sombreros”**

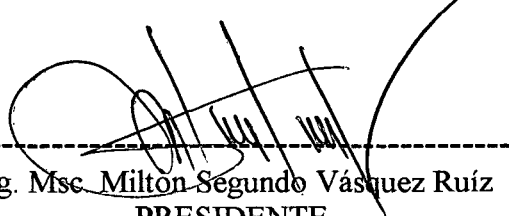
Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por:

Julia Anne Torres Goicoechea


Sustentada y aprobada el 06 de Octubre del 2000 por el siguiente jurado:



Ing. Msc. Milton Segundo Vásquez Ruíz
PRESIDENTE



Ing. M.A.E. Alfonso Lescano San Martín
SECRETARIO



Ing. Msc. Abner Barzola Cardenas
MIEMBRO



Ing. Msc. Jaime Guillermo Guerrero Marina
ASESOR

DEDICATORIA:

A mis padres Raúl Clemente y Ane Miren con cariño y gratitud porque con su amor, ejemplo y sacrificio me ayudaron a cumplir mis ideales.

AGRADECIMIENTO:

Mi sincera gratitud:

Al Ing. Msc. Jaime Guerrero Marina por su asesoramiento y colaboración en el desarrollo de la presente investigación.

A la Sra. Dolinda Vargas, por su colaboración y valiosa información respecto al tema.

A mis hermanos Delia, María, César y Lucy.

A Alfredo Ramírez Gallet por su gran amor y apoyo incondicional.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN

SUMMARY

I.	INTRODUCCION	1
	1.1. Objetivos	2
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
	2.1. Marco de referencia temático	3
	2.1.1. Definición de la fibra vegetal	3
	2.1.1.1. Clasificación de las fibras vegetales ...	3
	2.1.1.2. Utilización de las fibras vegetales	4
	2.1.2. Definición de sombrero	4
	2.1.2.1. Ubicación del comercio actualmente ..	4
	2.1.3. Comercio actual de sombreros en Rioja	5
	2.1.4. <u>Carludovica palmata</u> Ruiz & Pavon	5
	2.1.4.1. Clasificación taxonómica.....	6
	2.1.4.2. Descripción botánica de interés	7
	2.2. Composición química de la madera	8
	2.2.1. Composición química	8
	2.2.2. Composición elemental	9
	2.2.2.1. Componentes estructurales	9
	2.2.2.2. Componentes ocasionales o extraíbles..	10
	2.3. Importancia mundial de los sombreros	11
	2.4. Comercio internacional de sombreros	12
	2.5. Sombreros tejidos a mano de paja de iraca o toquilla	12
	2.5.1. Clasificación	13
	2.5.2. Condiciones generales	13
	2.5.3. Requisitos	14
	2.5.4. Empaque y rotulado	15
	2.5.5. Indicaciones complementarias	15

III.	MATERIALES Y METODOS	16
	3.1. Lugares de ejecución	16
	3.2. Materiales	16
	3.3. Métodos	18
	3.3.1. Análisis realizados	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
	4.1. Componentes químicos	29
	4.1.1. Rendimientos extraíbles	29
	4.1.2. Componentes químicos estructurales y no estructurales	33
	4.2. Características físicas y mecánicas	37
	4.2.1. Características físicas	37
	4.2.2. Flexibilidad	37
	4.2.3. Resistencia a la fricción	37
	4.2.4. Resistencia a la rotura	37
	4.3. Evaluación sensorial	39
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	47
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
VIII.	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

<u>No.</u>	<u>Pag.</u>
1. Rendimiento porcentual promedio de extraíbles en las muestras de fibras.....	29
2. Composición química estructural y no estructural de la fibra.....	34
3. Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 14% de contenido de humedad.....	38
4. Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 45% de contenido de humedad.....	38
5. Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 60% de contenido de humedad.....	39
6. Promedios de repeticiones por muestra, para composición química.....	49
7. Cálculo para el análisis de varianza (ANVA) para el Atributo color.....	52
8. Combinaciones de niveles de los factores A y B (atributo color).....	52
9. ANVA para los datos del cuadro No. 07.....	54
10. Comparación y significancia para el nivel A (atributo color).....	55
11. Comparación y significancia para el nivel B (atributo color).....	55
12. Comparación y significancia para la interacción AB (atributo color).....	56
13. Cálculos para el análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura.....	58
14. Combinación de niveles de los factores A y B (atributo textura).....	58
15. ANVA para los datos del cuadro No. 13.....	59
16. Comparación y significancia para el nivel B (atributo textura).....	59
17. Comparación y significancia para la interacción AB (atributo textura).....	60

18. Cálculos para el análisis de varianza (ANVA) para el atributo resistencia a la rotura.....	62
19. Combinación de niveles de los factores A y B (atributo resistencia a la rotura).....	62
20. ANVA para los datos del cuadro No. 18.....	63
21. Comparación y significancia para el nivel A (atributo resistencia a la rotura).....	63
22. Comparación y significancia para la interacción B (atributo resistencia a la rotura).....	64
23. Comparación y significancia para la interacción AB (atributo resistencia a la rotura).....	64

INDICE DE FOTOS

<u>No.</u>	<u>Pag.</u>
1. Vista central del cultivo natural	17
2. Vista lateral del cultivo natural	17
3. Preparación de muestras	18
4. Extracción de compuestos por medio de solventes	19
5. Toma de medida de las muestras	20
6. Dinamómetro: medición de la resistencia a la rotura y elasticidad	21
7. Evaluación sensorial con artesanas de Rioja	22
8. Extracción de muestras	24
9. Muestra de las tres edades de cogollo	25
10. Deschipado y peinado de las muestras	25
11. Muestras acondicionadas para los distintos tratamientos	26
12. Exposición de las muestras a los rayos solares	27
13. Fibras listas para trenzar	28
14. Determinación de lignina	33
15. Determinación de celulosa	33

INDICE DE GRAFICOS

<u>No.</u>	<u>Pag.</u>
1. Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 27 días, según el tiempo de cocción	30
2. Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 35 días, según el tipo de cocción.....	31
3. Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 43 días, según el tiempo de cocción	32
4. Variación de la composición química en las muestras	35
5. Porcentaje de la composición química general de la Carludovica palmata	36
6. Calificativo promedio para las doce muestras con respecto al color	42
7. Calificativo promedio para las doce muestras con respecto a la textura	43
8. Calificativo promedio de las doce muestras con respecto a la resistencia a la rotura	44

INDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>		<u>Pag.</u>
1.	Sombrero de paja iraca.....	13
2.	Flujograma experimental en la obtención de las muestras de fibras de bombonaje (Carludovica palmata).....	23
3.	Flujograma definitivo para la obtención de la fibra de bombonaje (Carludovica palmata).....	45

RESUMEN

En nuestra amazonía existen innumerables especies vegetales de interés económico, muchas de las cuales no son explotadas o son sub-aprovechadas, por lo que es necesario investigarlas para que obtengan buena rentabilidad, sin afectar el delicado ecosistema.

Las plantas productoras de fibras son sin duda alguna de mucha utilidad para el hombre. Un producto extractivo es la "Paja Toquilla" o "bombonaje" (*Carludovica palmata*), de la cual se obtiene una fibra natural, ecológica y novedosa que es utilizada en la fabricación de sombreros y otras artesanías semejantes, las cuales gozan de mucho interés y de una creciente demanda en el mercado mundial.

Por otro lado, sabemos que nuestra Región San Martín es una zona cuya industria manufacturera depende cada vez más del exterior en lo que se refiere a la producción, transformación y conservación de dicha fibra debido a una cierta ventaja sobre la calidad de las suyas respecto a las nuestras, grave hecho que atenta la estabilidad del sector en mención.

Este motivo justifica la presente tesis, cuyo objetivo es la estandarización de la calidad de esta fibra y sus determinaciones químicas y físicas, de manera que siga como fuente de trabajo a un buen sector de la población de la Provincia de Rioja, conllevando a la conservación de nuestra artesanía tradicional mejorada y al alcance de todas las personas involucradas en éste oficio.

Las muestras fueron extraídas de un cultivo natural al margen del río Tónchima en la Provincia de Rioja, correspondientes a tres edades de cosechas de los cogollos (27, 35 y 43 días de crecimiento) donde cada una de ellas fue sometida a cuatro tipos de tratamientos para obtener la fibra (0, 5, 10, 15 minutos de cocción).

Cabe indicar que se trabajó con dos métodos: el tradicional, el cual se sometió a un experimento con el máximo y mínimo en los tiempos de cocción (5 minutos y 15 minutos), y el propuesto, que sugiere obtener la fibra sin cocción alguna de los brotes,

ambos para las tres edades de cosecha haciendo un total de doce muestras a ser evaluadas a un nivel artesanal al alcance de todos.

Las variables de tiempo de cosecha y tiempo de cocción nos ayudaron por medio de los análisis, a determinar la influencia de sus tres atributos principales: color, textura y resistencia a la rotura, en la industria del trenzado.

Los resultados obtenidos en cuanto a su composición química nos arrojan porcentajes de 44,2% para α -Celulosa, 14,9% para hemicelulosa, 19,4% para lignina, 6,3% para ceniza y 17,2% para compuestos extraíbles.

Las mejores características físicas y mecánicas, se obtuvieron en muestras tratadas sin cocción; mayor blancura, mayor resistencia a la rotura, menor fracturabilidad en condiciones ambientales y mayor suavidad al tacto.

Del análisis sensorial, se obtuvo como resultado que la muestra cosechada de 35 días y tratada sin cocción, es la que mejores calificativos pusieron las panelistas, integradas por las expertas artesanas de Rioja, en los tres atributos evaluados.

SUMMARY

There is a great number of vegetal species in the Peruvian Amazon Rainforest. In spite of their great importance and economic interest, they are not properly exploited or even not exploited at all. So, it's necessary to investigate them in order to make them produce an economic profit, without affecting the delicate ecological system.

Plants which produce vegetal fibers are absolutely useful for mankind. One of their products is the 'Paja Toquilla' or 'bombonaje' (for it's name in Spanish) (*Carludovica palmata*), from which a natural and ecological vegetal fiber is obtained, which is used to make hats and another similar handcraft, which are, nowadays, of great economic interest and demand in the international market.

On the other hand, we know that our manufacture industry in SAN MARTIN (north east, PERUVIAN Jungle), depends more and more on international markets. The international quality standard is superior than ours. So, our industry is in trouble.

Our aim is to show the quality standards and the physic and chemical qualities of this fiber, which would be useful to those, an important number of inhabitants, in the RIOJA Province, who work making handcraft and souvenirs.

The samples were taken from a natural cultivation, from TONCHIMA river shores, in the RIOJA province, corresponding to three different ages of the plant hearts (27, 35 and 45 days of development). Each of these samples were treated in four different ways, following four different procedures in order to obtain 'the fiber' (after 0,5,10 and 15 minutes boiling).

In the present project, we used two methods: the traditional one, in which we had maximum and minimum boiling periods of time (5 minutes and 15 minutes). And, in second place, our method which suggests how to obtain the fiber without boiling the plants hearts. Both methods were used for the three ages of harvesting, 12 samples in total to be evaluated according to the local handcraft small industry.

The results of our experiments were checked in the local handcraft market. Colour, texture and break resistance, were evaluated according to harvesting time and boiling time.

The chemical analysis shows the following percentages: 44.2% for alpha-cellulose, 14.9% for hemicelluloses, 19.4% for lignin, 6.3% for ash and 17.2% for extractable elements.

The best mechanical and physical qualities like: lighter white, more break resistance, more smoothness, in normal environmental conditions were obtained in samples treated without boiling.

A group of experts in handcraft, from RIOJA province, finally decided that the best fiber obtained was the one harvest after 35 days and without boiling it. Best colour: lighter white; more break resistance and more smoothness.

I. INTRODUCCION:

La Región San Martín, ubicada en la Selva Alta de la Amazonía Peruana, cuenta con ecosistemas boscosos tropicales y subtropicales, caracterizados por poseer una composición florística muy diversificada, que ha permitido que se desarrolle en él una enorme biodiversidad.

La cuenca del Alto Mayo está ubicada al extremo noroeste de la Región San Martín, con un área territorial de 7100Km² lo que corresponde al 13.4% del área regional. Es una zona algo accidentada, pero también con una gran extensión relativamente plana. Estas partes abiertas y bastantes llanas están sobre los 1000 m.s.n.m. En general es un área tropical, con algunas partes cálidas y altas ligeramente frescas.

Esta zona cuenta con muchas especies vegetales de interés económico, que no son explotadas o son subexplotadas; por lo que es necesario realizar estudios para llevar a cabo proyectos productivos que generen riqueza, sin afectar el delicado ecosistema.

Las plantas productoras de fibra, son sin duda las que siguen en orden de importancia por su utilidad para el hombre y su influencia en el desarrollo de la civilización. Un producto extractivo; la “paja toquilla” o “bombonaje”, es utilizada en la fabricación de sombreros y otras artesanías semejantes que se obtiene de la planta denominada bombonaje (*Carludovica palmata*) de mucho valor comercial, ya que representa un rubro importante dentro de la actividad económica, especialmente de la provincia de Rioja.

Esta actividad es netamente artesanal, razón del presente trabajo de investigación, la misma que propone realizar estudios en ésta especie de importancia semi-industrial y que constituye patrimonio del Alto Mayo, a fin de obtener una mejora en la calidad de la fibra, y al mismo tiempo determinar sus componentes químicos, características físicas y mecánicas.

El presente proyecto tiene como objetivos los siguientes puntos:

1.1 Objetivos

- Determinar la edad óptima de cosecha de los brotes del bombonaje.
- Determinar la composición química elemental de la fibra.
- Determinar las características físicas y mecánicas de la fibra.
- Determinar el mejor método por el cual se obtiene una fibra con sus características mejoradas.

II. REVISION DE LITERATURA

Según Uc DZUL (1995)

2.1.Marco de referencia temático

2.1.1. Definición de la fibra vegetal

Se define como una célula de paredes gruesas (células muertas), que tienen un ápice o extremo muy agudo encontrándose en el xilema o parénquima.

2.1.1.1. Clasificación de las fibras vegetales

Existen varias clasificaciones de las fibras de origen vegetal de acuerdo a los autores; por ejemplo, Gaulin (1917, citado por Kirby, 1973), clasificó a las fibras vegetales:

- a) Morfológicamente, dependiendo de la parte que se usa.
- b) Prácticamente, de acuerdo al uso que se le da.

Dewey (1965), clasificó a las fibras vegetales en:

I.- Fibras de células largas o múltiples.

- a) Son las fibras duras o foliares, de contextura dura y rígida, que se extienden a lo largo de los tejidos carnosos de las hojas largas o del peciolo de plantas monocotiledóneas o endógenas (hacia adentro), a saber: el henequén, sisal, yuca y las que provienen de algunas palmeras.
- b) Fibras suaves o liberianas, de contextura suave y flexible, que atraviesan la corteza interior de los tallos o del tronco principal de plantas dicotiledóneas o exógenas (hacia adentro), a saber: el lino, yute, ramio y cadillo.

II.- Fibras cortas o unicelulares, que existen en ciertas semillas o las que se producen en el interior del fruto capsular, a saber: el capoc, pochote, palo borracho y samuhú.

III.- Las raíces y los tallos del zacatón y de la barba de palo o musgo

2.1.1.2. Utilización de las fibras vegetales

Las fibras de origen vegetal son muy utilizadas tanto en la industria moderna como en el ambiente rural, del mismo modo existen una gran diversidad de especies que tienen ésta utilidad. Dewey (1965), menciona que en América tropical existen más de 1 000 especies de éstas.

Las fibras duras en el ámbito rural son utilizadas para la elaboración de cepillos, escobas, cables, canastos, cuerdas y sombreros como sucede con la Leopoldinia piassaba Wal. (familia de las palmáceas), para la elaboración de bramantes, cinchas, etc., el cual es de importancia económica para sus explotadores (Dewey H, 1965). Las especies: gigantea, macrophyla, humboldtiana, cubensis, del género Furcraea, (Familia de las Amarilidáceas), se utilizan también para los mismos utensilios anteriormente nombrados (menos sombreros, ya que sólo se reportan con el primero), (Dewey, 1965). Otra cantidad de especies pertenecientes a la familia de las Palmáceas, Agaváceas y la Amarilidáceas (también otras familias), son utilizadas para estos fines como una industria manual, pero para la elaboración de sombreros destaca la familia de las Palmáceas.

2.1.2. Definición de sombrero

La palabra sombrero viene de la palabra sombra y textualmente es una prenda que sirve para proteger la cabeza contra la interperie o simplemente como parte de la vestidura (Diccionario Larousse, 1990).

2.1.2.1 Ubicación en el comercio actualmente.

La Antropología y la Etnografía, ubican al tejido de sombreros dentro de la cestería, pues ha tomado la fibra, (materia prima plástica y de fácil manejo utilizada en el tejido de sombreros) como parámetro para la clasificación y ubicación de éste tipo de arte y técnica. Aguilar de Tamariz (1988), menciona que la industria de sombreros de paja toquilla pertenece a dos categorías: la del arte y la de la técnica, pues el

arte se caracteriza por la búsqueda de lo bello y la técnica se define como los actos tradicionales que se agrupan en función de un efecto, dígame mecánico, físico o químico en cuanto son reconocidos como tales actos.

2.1.3. Comercio actual de sombreros en Rioja

Hasta la fecha no existe un registro formal de la oferta y demanda de sombreros en la Provincia de Rioja, sin embargo existe ya un programa de manejo sostenible de la paja bombonaje que se ejecuta dentro del Programa de Manejo y Conservación de Bosques Tropicales Comunitarios en el Alto Mayo, que viene manejando ITDG-Moyobamba, los cuales tienen el objetivo de organizar en este sentido al gran grupo de artesanos y centros de acopio de este sector.

2.1.4. Carludovica palmata Ruiz & Pavón

Carludovica palmata, es comercial y universalmente conocido como “palma de sombreros de Panamá”; sin embargo, cabe aclarar que el nombre es erróneo, ya que botánicamente no pertenece a la familia de las Palmáceas, si no a las Cyclantháceas, y los sombreros que de él se elaboran no son hechos en Panamá, si no en Ecuador (originalmente, ya que ahora también existe dicha industria manufacturera en Colombia y Perú). (Dewey, 1965).

El malentendido surge en los años de 1880 y 1881 (ya se tejían los sombreros desde mucho antes en el Ecuador), cuando se inició la construcción del canal de Panamá (a cargo del Ingeniero francés Lesseps); debido a que los trabajadores se veían en la necesidad de protegerse del clima demasiado cálido, se empezó a demandar los sombreros hechos en el Ecuador (que Panamá ya importaba en aquel entonces) con Carludovica palmata por cómodo y fresco. La concentración de la gente de diferentes partes del mundo en aquella construcción, fue el medio de difusión para que a partir de entonces se demandaran sombreros en Estados Unidos y Europa, circunstancia por la cual los manufacturados ecuatorianos se les conociera como “sombreros de Panamá” y erróneamente se divulgó que

eran elaborados con una palma (por la apariencia de palmera de la “toquilla”), desde entonces, los famosos “sombreros de Panamá” son conocidos como tales. (Aguilar de Tamariz, 1988).

2.1.4.1. Clasificación taxonómica

Carludovica palmata Ruíz y Pavón, debe su nombre en honor a la Reina Luisa y al Rey Carlos IV soberanos de España, es resultado de la contracción de los nombres Carulus: Carlos y Ludovicus: Luis; Ludovica: Luisa. (Aguilar de Tamariz, 1988).

La especie pertenece a la familia de las Cyclanthaceas. Heywood (1985), menciona que la familia Cyclantháceas se divide en dos subfamilias, de las cuales encierran cerca de 11 géneros y 180 especies. La subfamilia Carludovoideas incluye los géneros: Carludovica, Schultesiophytum, Asplundia, Thoracocarpus, Evodianthus, Dicranopygium, Sphaerodenia, Stelestylis, Ludovia, Pseudoludovica; la subfamilia Ciclantoides incluye únicamente al género Cyclanthus.

Standley (1973), menciona que el género Carludovica encierra por lo menos 50 especies dispersas en América tropical; de éstos, el único que tiene importancia económica es Carludovica palmata. La “toquilla” (así se le conoce en algunos países), se clasifica de la manera siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Magnoliophyta
Subdivisión	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotiledóneas
Subclase	:	Arecidae
Orden	:	Cyclanthales
Familia	:	Cyclanthaceas
Subfamilia	:	Carludovoideas
Género	:	<u>Carludovica</u>
Especie	:	<u>palmata</u>
N. Científico	:	<u>Carludovica palmata</u> R & P

En el centro y sur de América, se le conoce con varios nombres regionales con lo que se evidencia la dispersión del género *Carludovica*, algunos sin embargo parecen ser transportados de un área a otra en época reciente, coincidiendo con el auge de la industrialización de la fibra (Patiño, 1967).

Por ejemplo:

Colombia: alagua, iraca, lucaica, lucua, palmiche, cestillo, murrago.

Perú: bombonaje, raicilla, toquilla, iraca.

Venezuela: jipijapa, jipipaya, lucateva.

Ecuador: jipi, lucaica, toquilla.

Bolivia: bombonaje.

Costa Rica: chidra, palma de sombrero.

El Salvador: iraca.

Honduras: junco.

Guatemala: junco, palma de sombrero, palmilla.

Puerto Rico: palma de sombrero.

Santo Domingo: palmito, panamá.

España: palma de jipijapa.

Alemania: panamapalme.

Inglaterra: panamá hat palma, toquilla palm.

Portugal y Brasil: bombonaza, lucateva.

México: jipi, palma jipi.

2.1.4.2. Descripción botánica de interés

Hojas.- Las hojas son en forma de abanico que salen del suelo sobre un peciolo triangular (envainante). Las hojas alcanzan un crecimiento casi completo plegados dentro del cogollo, pueden medir de 1m o más de ancho cuando están abiertas; se presentan divididas en cuatro o cinco partes y éstas a su vez divididas nuevamente, (Dewey, 1965). Las nervaduras del limbo se juntan en la unión con el peciolo y en los ápices se separan dando la apariencia de un abanico.

Pecíolo.- Es el que determina la altura de la planta, puede ser de 1 a 2 m de longitud. En la base, (nivel del suelo) son envainantes envolviéndose unas con otras aparentando la formación de un tronco de poca altura (20 a 25cm). El color es verde pálido cuando son nuevos y verde intenso cuando han desarrollado.

Sexo.- Es una especie monoica, ya que las flores tanto masculinas como femeninas, están en una misma planta dispuestas en un espádice.

Frutos.- El fruto es una baya pequeña, succulenta de color rojo, puede medir de 1 cm de longitud por 5 cm de ancho (Sabas, 1911).

Un fruto puede alojar en su interior de unas pocas hasta ochenta semillas. Su forma es ligeramente ovalada. Se disponen en toda la superficie de la inflorescencia y se muestran al exterior conforme van madurando (el espádice de esta manera, da la apariencia de un plátano al momento de descascararlo), los frutos maduros quedan adheridos a la cubierta del espádice y no al raquis de la infrutecencia.

Semillas.- Las semillas son muy pequeñas, pueden medir 1 mm o un poco más de longitud, y de ancho es poco más de 5 mm. por lo general tienden a ser ligeramente ovoides, con un extremo o punta definida y una parte central ligeramente ensanchado, pero observando cuidadosamente su contorno es irregular pudiendo tener varios lados o caras. El color es amarillo pálido o ligeramente blanco cuando está completamente limpia.

Según CARMONA CERDA, 1995:

2.1. Composición química de la madera

2.2.1. Composición química

Presentan porcentajes en peso promedio de: 50% de carbono, 43% de oxígeno y 6% de hidrógeno. El resto de alrededor de 1% está compuesto de Nitrógeno derivado de materiales proteicos y elementos inorgánicos que constituyen las cenizas.

2.2.2. Composición elemental

La madera se considera como un complejo de polímeros naturales – celulosa, poliosas y lignina – que constituye la pared celular. Tales sustancias no están distribuidas uniformemente dentro de la pared y sus concentraciones cambian de una región morfológica a otra. También se encuentran otras sustancias menores – los extraíbles – que corresponden a un gran número de diferentes compuestos, los cuales pueden o no estar presentes en la madera variando el tipo y cantidad, por ejemplo: taninos y resinas entre otros. Estas sustancias son responsables de algunas características específicas de la madera.

2.2.2.1. Componentes estructurales

- Celulosa:

Representa aproximadamente la mitad de la madera, tanto en coníferas como en latifoliadas. Puede ser brevemente caracterizada como un polímero lineal de alto peso molecular, que tiene una estructura de cadena uniforme y está constituido exclusivamente por unidades de anhidroglucosa. Las unidades de β -D-glucosa están unidas a través de enlaces glucosídicos entre el grupo OH del carbono 1 de una molécula, con el OH del carbono 4 de la molécula siguiente, perdiéndose una molécula de agua al formarse el enlace.

La celulosa es insoluble en casi todos los solventes usuales. La mayor parte de los solventes usados modifican la molécula o conducen a la obtención de productos de degradación. El proceso de disolución comienza con la degradación de las estructuras fibrosas y fibrilares, terminando en una completa desintegración en moléculas individuales sin cambiar la longitud de la cadena.

- Poliosas (hemicelulosas)

Ellos se encuentran en estrecha asociación con la celulosa en la pared celular, se diferencian de ella en que están compuestos de varios otros azúcares y sus cadenas son mucho más cortas que en el caso de las celulosas, teniendo grupos laterales y están

ramificadas en algunos casos.

Las latifoliadas contienen más poliosas que las coníferas y la composición de los azúcares es diferente. Excluyendo las unidades de glucosa, se puede decir que las coníferas tienen una alta proporción de unidades de manosa y más unidades de galactosa que las latifoliadas. Las que a su vez tienen una alta proporción de unidades de xilosa y más grupos acetil que las coníferas.

- Lignina

Se encuentra entre 18 y 38%. Las moléculas de lignina consisten de un sistema aromático compuesto de tres unidades de fenilpropano. Hay más lignina entre coníferas que en latifoliadas y también existen algunas diferencias estructurales, producto de la mayor participación de las unidades de guayacil-propano en las coníferas y de unidades de siringil y guayacil-propano en las latifoliadas.

De un punto de vista morfológico la lignina es una sustancia amorfa localizada en la lamela media compuesta, así como también en la pared secundaria, infiltrándose en las fibrilas de celulosa y poliosas previamente formadas. Rigidizando de esta forma las paredes celulares.

2.2.2.2. Componentes ocasionales o extraíbles

Todas las maderas contienen pequeñas cantidades y en algunos casos cantidades bastante apreciables de otras sustancias que pueden tener una gran influencia sobre las propiedades y aptitudes de las maderas para un procesamiento determinado. Tales productos denominados "extraíbles", en su mayor parte son removidos mediante solventes. El término abarca un amplio rango de clases de compuestos orgánicos, e incluyen un número muy grande de compuestos individuales. Ninguna especie particular contiene todos los compuestos, ni siquiera todas las diferentes clases de compuesto.

Entre ellos se encuentran:

- Orgánicos

Solvente	Sustancia removidas total o parcial
Benceno, eter, cloroformo	Terpenos y derivados: grasas, ceras, ácidos grasos y alcoholes
Alcohol, acetona	Polifenoles simples y sus glucósidos, taninos y azúcares
Agua fría o caliente	Disacáridos, almidones, gomas, pectinas, taninos y mucílagos.

- Inorgánicos

Si bien es cierto parte de estas sustancias pueden ser removidas de la madera por extracción con solventes. Normalmente son determinados como el residuo (cenizas) que queda después de incinerar la madera. Las cantidades varían entre 0,1 y 0,6% y los principales constituyentes son: calcio, potasio, magnesio seguidos de manganeso, sodio, fósforo y cloro. Muchos otros elementos se encuentran al nivel de trazas. La composición de las cenizas depende de la ubicación de la muestra en el árbol y del suelo en el cual crece éste.

2.2. Importancia mundial de los sombreros

La explotación de ésta especie es muy importante en el Ecuador como fibra para la manufactura de sombreros, a tal grado que los conocedores de éste producto (comerciantes) al hablar de “sombreros de Panamá”, inmediatamente los ubican como hechos en el Ecuador.

Ulloa (1960), menciona que la industria de sombreros de paja “toquilla” en Ecuador era importante hasta hace unos años, por los ingresos de divisas que representaba la exportación de sombreros a los mercados

mundiales y como base de la economía de las Provincias de Manabi, Azuaya y Cañar. En Colombia también se manufacturan sombreros de paja “toquilla”, sobre todo en Antioquía y Aguadas desde 1868, (Patiño, 1967). Por otra parte Aguilar de Tamariz (1988), menciona que Perú actualmente exporta sombreros hechos con paja “toquilla” (materia prima que compra del Ecuador).

En México su utilización data desde 1865 – 67, que coincide con su introducción a la comunidad de Bécál y Santa Cruz ex hacienda. Municipio de Calkini, Campeche procedente de Guatemala, con la finalidad de utilizarlo como materia prima para la elaboración de sombreros (Parra, 1931). A la comunidad de Bécál se le conoce en la región del “Camino Real” como “La cuna de los sombreros de jipi y palma” por ser la población que inició con esta industria; aunque actualmente las comunidades aledañas han aprendido de ésta técnica y arte. Se reporta que se ha introducido en Puerto Rico, Filipinas (Dewey, 1965) y Africa Occidental (Sánchez y Paralleda, 1980), sin embargo no se reporta sobre su utilización.

2.3. Comercio internacional de sombreros

Indudablemente que el sombrero se utiliza en todo el mundo por su naturaleza (de protección o como prenda de vestir), así también se produce en diferentes países variando los estilos, materiales y calidades. Aguilar de Tamariz (1988), menciona que en el mercado internacional se pueden encontrar sombreros fabricados en China, Japón, Filipinas, Italia, entre otros.

Para el caso de sombreros de paja “toquilla” el Ecuador es el país de mayor tradición en su producción (manufacturados), aunque también se elaboran en Colombia, Perú, El Salvador y México.

Según ICONTEC, 1995:

2.5. Sombreros tejidos a mano en paja de iraca o toquilla

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los sombreros tejidos a mano con paja de iraca o toquilla, cuyas partes se indican en la figura No. 01.

- Plato: parte superior, plano o cóncava de forma circular y en ella se inicia el tejido del sombrero además se realiza la adición de pajas o crecidas.

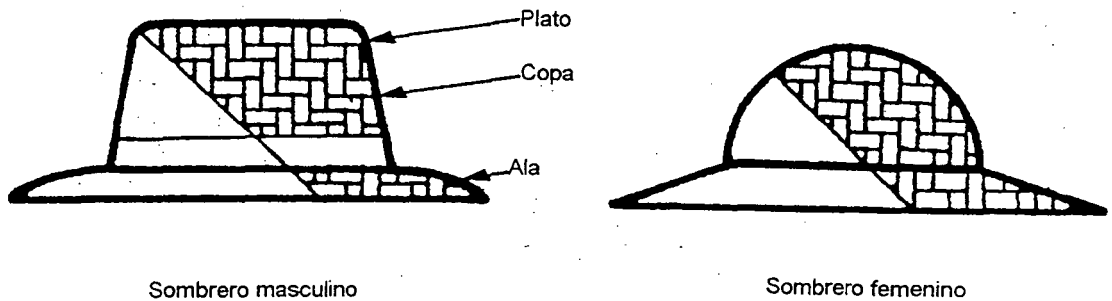


Figura N°. 01 Sombrero de paja iraca

- Copa: parte intermedia del sombrero, de forma cilíndrica, localizada entre el plato y el ala.
- Ala o falda: parte inferior del sombrero en forma de disco.
- Remate, trenza o borde (o): tejido que se hace al final del día.

2.5.1. Clasificación

De acuerdo con las características del tejido y de las pajas empleadas en su elaboración, se tiene los siguientes tipos de sombreros:

- Sombrero corriente
- Sombrero fino
- Sombrero superfino y extrafino.

2.5.2. Condiciones generales

- El tejido del sombrero debe ser homogéneo en cada una de sus partes.
- El apretado del borde debe ser uniforme en todo el perímetro.
- El recorte del borde debe ser parejo.
- El engomado del sombrero debe ser tal que no lo haga quebradizo.
- No se deben presentar quemaduras de la fibra o arrugas ocasionadas por el planchado.

- Cada fibra sin tinturar debe tener un color blanco o ligeramente amarillento uniforme en toda su longitud.
- En caso de ser tinturado, el color de la paja debe ser uniforme en toda su longitud.
- El sombrero no debe presentar manchas o regiones que evidencien pérdida de color.
- No se admite el empleo de películas sintéticas como lacas, barnices o pinturas para cubrir imperfecciones.
- Pueden emplearse diversos tipos de puntadas en la elaboración del sombrero (por ejemplo: liso, calado, trenzado, etc.).

2.5.3. Requisitos

- No se admiten más de dos irregularidades sobre el borde del sombrero.
- No se admiten más de tres fibras decoloradas o de diferente tonalidad sobre la superficie total del sombrero.
- No se deben presentar más de tres puentes o flotes no programados en la puntada del tejido del sombrero.
- No se deben presentar más de tres fibras ubicadas de modo que permitan ver el borde original que se conserva al formarse cada fibra.
- Los sombreros elaborados en fibra de iraca, deben cumplir los requisitos indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Requisitos de los sombreros tejidos a mano en fibra de iraca

REQUISITO	CLASE DE SOMBRERO		
	CORRIENTE	FINO	SUPERFINO (EXTRAFINO)
Ancho de la fibra	Mayor de 1.5mm	1 a 1.5mm	Menor de 1mm
Densidad del tejido * (Número de fibras/cm ²)	4 a 7(trama) 4 a 7(urdimbre)	8 a 11(trama) 8 a 11(urdimbre)	12 a 16(trama) 12 a 16(urdimbre)
Número de pajas en la traba o cuadro	11 a 14 pares(sarga)	7 a 10 pares(sarga) 7 a 10 pares(ombligo)	4 a 6 pares(sarga) 4 a 6 pares(ombligo)
Número de crecidas en el plato	1 a 2	3 a 4	5 a 7
Número de pajas en el borde	En vuelta de 2 pajas	En vuelta de 2 ó 3 pajas	En vuelta de 3 pajas

2.5.4. Empaque y rotulado

- Empaque:

Los sombreros deberán empacarse de tal manera que no sufran deterioro durante el transporte y almacenamiento. El empaque individual se podrá realizar en papel de seda y/o en otro material que proteja y no dañe el producto. El caso de empacar varias unidades, debe ser en un número menor de doce sombreros de igual talla y en cajas de cartón corrugado.

- Rotulado:

Cada unidad deberá llevar la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Lugar de origen del producto.
- La frase “Sombrero de iraca o paja toquilla”.
- La frase “Hecho a mano”.
- La frase “Biodegradable”
- Talla

2.5.4. Indicaciones complementarias

Para conservar los sombreros, se deben cepillar cada día con un cepillo de cerdas suaves y repasar luego las partes delicadas con trozo de tela.

La limpieza de los sombreros fabricados con fibra sin teñir, puede realizarse sumergido la pieza en una solución al 10% de ácido oxálicos o de ácido cítrico, no se recomienda el uso de agua oxigenada debido a que se deteriora la fibra; en algunas ocasiones, es suficiente limpiar el sombrero con un cepillo impregnado con las soluciones anteriormente indicadas.

Si se desea una limpieza más profunda, se lava el sombrero con agua y jabón de abundante espuma. Para recuperar la forma, se puede planchar el sombrero a temperatura moderada evitando el contacto directo, utilizando un trozo de tela húmedo. Se debe procurar apoyar el plato y el ala del sombrero en una superficie resistente y lisa.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugares de ejecución:

Para el desarrollo de las distintas etapas de la investigación, se requirió de tres lugares importantes:

- La extracción y preparación de las distintas muestras se llevó a cabo en la Provincia de Rioja.
- La determinación de la composición química elemental de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentos (TEPANAL), de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- La determinación de las características físicas y mecánicas, de las diferentes muestras, requirió los servicios del laboratorio de fibras textiles, del Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) en Lima.
- Para la determinación de la calidad, se realizó una evaluación sensorial, con la Asociación de artesanas de la Provincia de Rioja.

3.2. Materiales:

Las 3 muestras representativas fueron extraídas del sector Metoyacu, al margen del río Tonchima, en el cual se encuentra un cultivo de dos hectáreas, escogiéndose al azar plantas ubicadas en puntos homogéneos del total del pajonal.

FOTO N°. 01: Vista central del cultivo natural



FOTO N°. 02: Vista lateral del cultivo natural



La materia prima utilizada fueron cosechas de cogollos de tres edades: 27, 35 y 43 días después de haber brotado, para luego ser sometidos a distintos tratamientos como se explica posteriormente en la figura No. 02.

El material para ensayos utilizados fue preferentemente de vidrio: matraces Erlenmeyer, probetas graduadas, pipetas, vasos de precipitados, desecadores. También se requirió material celulósico como papel filtro Wattman No. 2.

Entre los equipos utilizados con mayor frecuencia se menciona el equipo Soxhlet, mufla, molino, balanza analítica, baño maría, Dinamómetro y estufa de secado.

3.3. Métodos:

En la obtención de las muestras se tienen dos métodos: el tradicional y el propuesto. Con el método tradicional se obtienen nueve muestras y con el propuesto cuatro muestras, las mismas que se explican en la figura No.02 .

3.3.1. Análisis realizados:

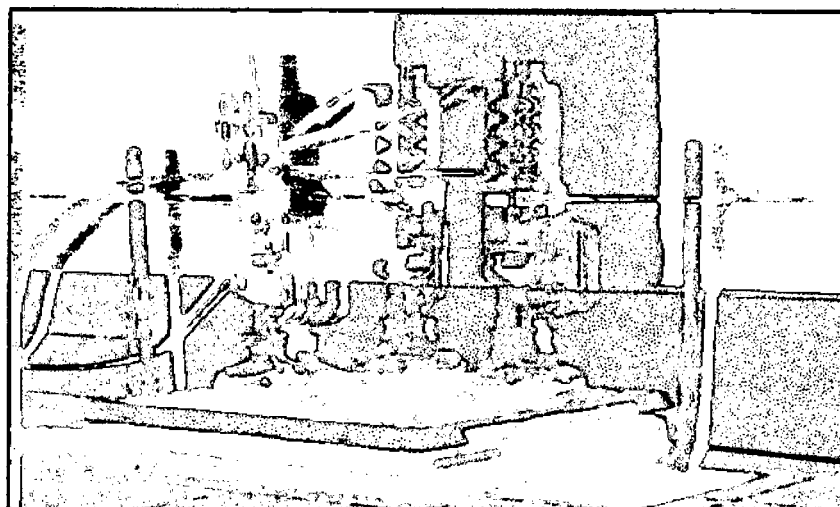
- Determinación de los componentes químicos estructurales

Para la determinación de los componentes básicos de la fibra, se recurrieron a las técnicas normalizadas para el análisis químico en madera y aplicables en fibras vegetales.

FOTO N°. 03: Preparación de las muestras



FOTO N°. 04: Extracción de compuestos por medio de solventes



Humedad: Según norma ASTM D 1101 – 56, para muestras tamizadas a malla No. 40 (420 μm) y secadas a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, las muestras obtenidas se llevaron a la estufa por 24 horas, enfriadas en el desecador por 30 minutos y pesadas hasta peso constante y ser calculada como porcentaje de la muestra anhidra.

Holocelulosa: Mediante método de Wise modificado por Timell, para muestras libre de extraíbles, haciendo reaccionar con clorito de sodio y ácido acético glacial en un baño termostático a $67 \pm 3^\circ\text{C}$.

Alfa Celulosa: Usando la norma ASTM D 1103 – 60, para la muestra obtenido de holocelulosa, la cual es tratada con una solución de NaOH al $17,5 \pm 0.1\%$, en baño maria y diluyendo con agua destilada hasta una concentración del álcali de $8,3\%$ por 45 minutos y neutralizado luego con ácido acético al 10% y lavado con agua destilada.

Lignina: Basándose en normal ASTM D 1106 – 56, método de Klason haciendo reaccionar la muestra con ácido sulfúrico al 72% por dos horas, diluyéndose por cuatro horas con agua destilada a reflujo, para filtrarse y lavar con agua caliente.

- Análisis químicos básicos

Cenizas: Utilizando la norma ASTM D 1102 – 56, calcinando la muestra a 600°C por una hora, llevado a estufa por 24 horas, enfriado

al rocío, pesado y determinado como porcentaje de la muestra anhidra.

Extraíbles: Regida a las normas ASTM D 1105 – 56, ASTM D 1110 – 56 y ASTM D 1109 – 56 modificada, separando los materiales solubles en una secuencia de mezcla alcohol – benceno (1:2 en volúmenes), alcohol puro y agua destilada, es un extractor a reflujo tipo Soxhlet.

- Determinación físicas y mecánicas

Se determinó las características físicas, flexibilidad, mediante un análisis sensorial, resistencia a la fricción mediante un abrasivo y por último se recurrió al uso del Dinamómetro, por medio de la cual se obtuvo la resistencia a la rotura y la variación de la longitud. Se realizó en 3 condiciones, a 14%, 45% y 60% de humedad respectivamente en la fibra, para observar la variación de sus características.

FOTO N°. 05: Toma de medidas de las muestras

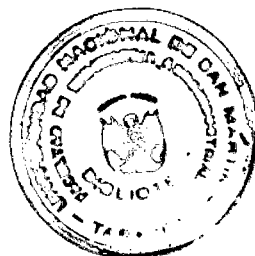
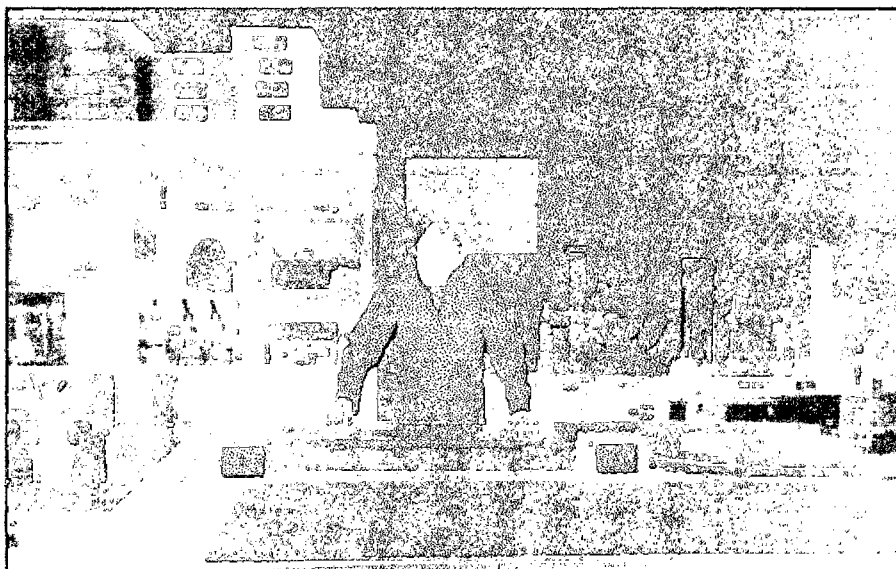


FOTO N°. 06: Dinamómetro: medición de la resistencia a la rotura y elasticidad



- Análisis sensorial

El método de evaluación sensorial se llevó a cabo mediante pruebas afectivas, para lo cual se utilizó una ficha de escala hedónica que va de:

5	:	MUY BUENO
4	:	BUENO
3	:	REGULAR
2	:	MALO
1	:	MUY MALO

Para la evaluación de los atributos de la fibra como color, textura y resistencia a rotura, se utilizó un panel de doce (12) personas, consideradas como consumidoras frecuentes de la misma.

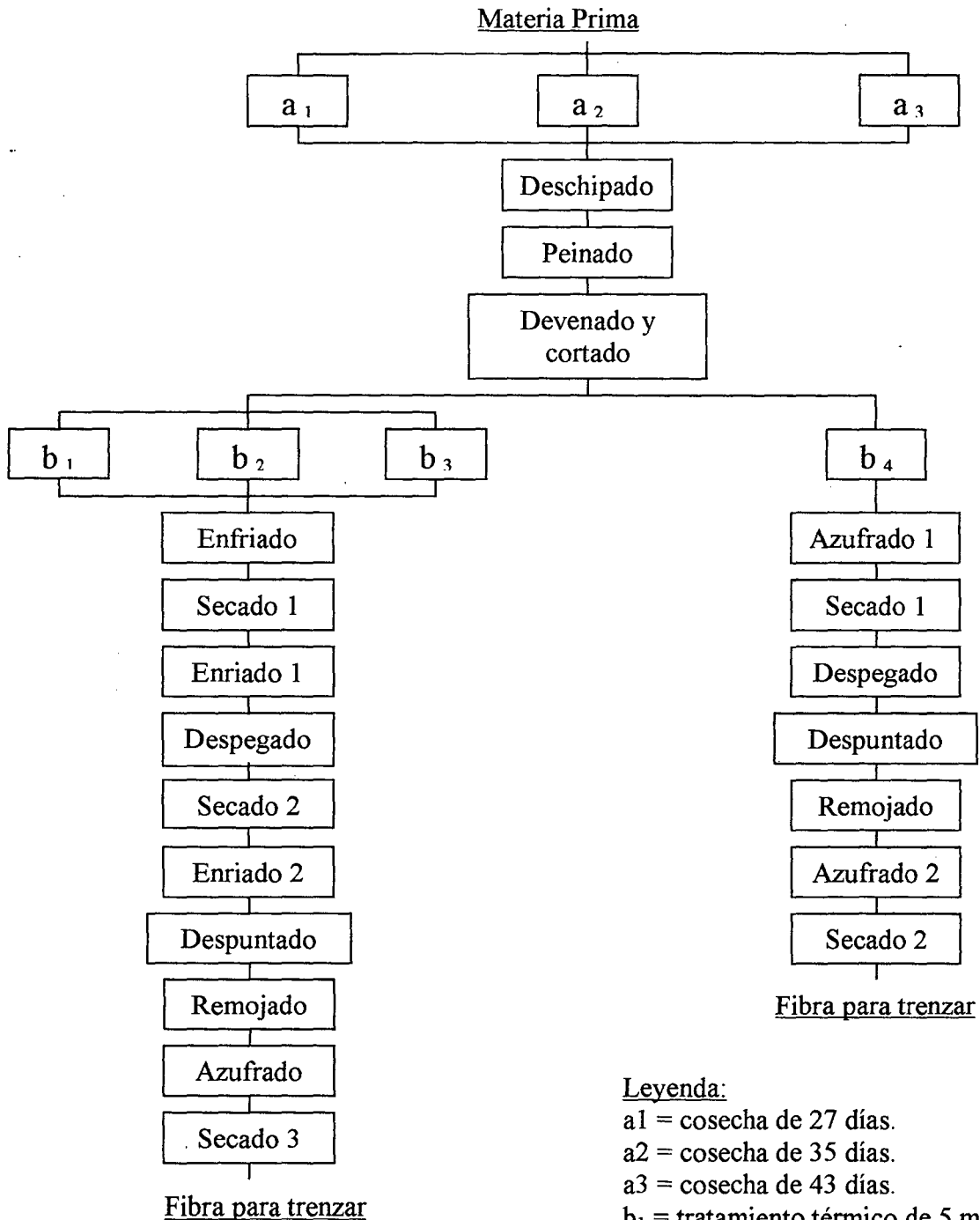
FOTO N°. 07: Evaluación sensorial con artesanas de Rioja



- Diseño estadístico

Los resultados de las pruebas de evaluación sensorial, de las diferentes muestras de fibras, fueron analizados mediante el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un experimento factorial de 3 x 4, realizándose para esto un Análisis de Varianza (ANVA) para observar si existen diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ y en tal caso aplicar la Prueba de TUKEY.

Figura No.02: Flujograma experimental en la obtención de las muestras de fibra de bombonaje (*Carludovica palmata*)



Legenda:

a1 = cosecha de 27 días.

a2 = cosecha de 35 días.

a3 = cosecha de 43 días.

b1 = tratamiento térmico de 5 minutos.

b2 = tratamiento térmico de 10 minutos.

b3 = tratamiento térmico de 15 minutos.

b4 = sin tratamiento térmico

- **Cosecha:** Consistirá en cortar los cogollos (hojas tiernas) que reúnen características comerciales, máximas y mínimas(27 y 43 días). La cosecha a realizarse será del siguiente modo:

Cosecha 1: Se realizará a veintisiete(27) días de su crecimiento.

Cosecha 2: Se realizará a treinticinco (35) días de su crecimiento.

Cosecha 3: Se realizará a cuarentitres(43) días de su crecimiento

Esta operación se realizará, con la finalidad de conocer la edad óptima de cosecha.

FOTO N°. 08: Extracción de muestras

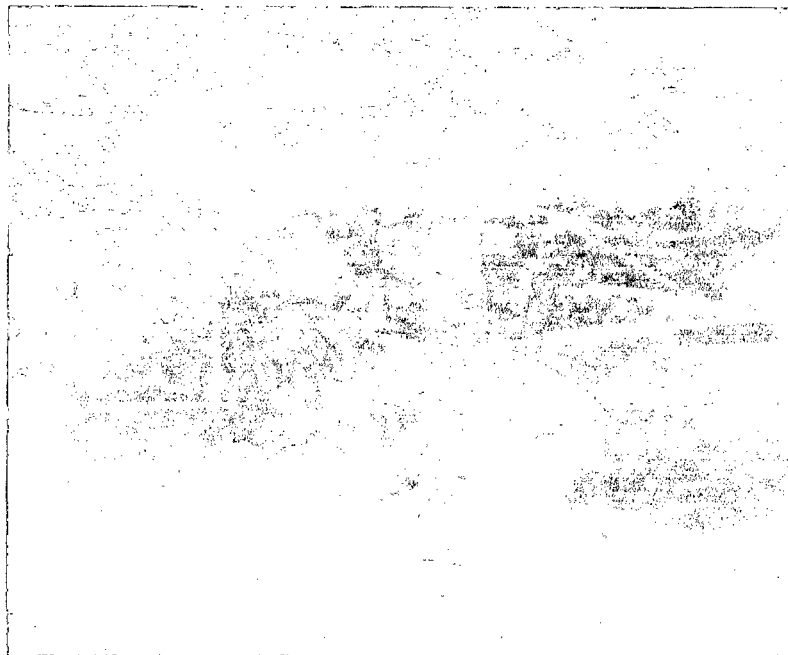
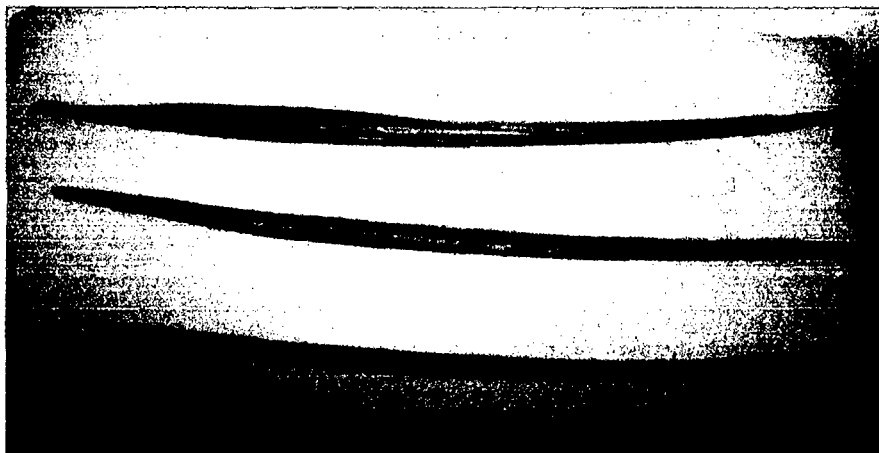


FOTO N°. 09: Muestra de las tres edades de cogollo



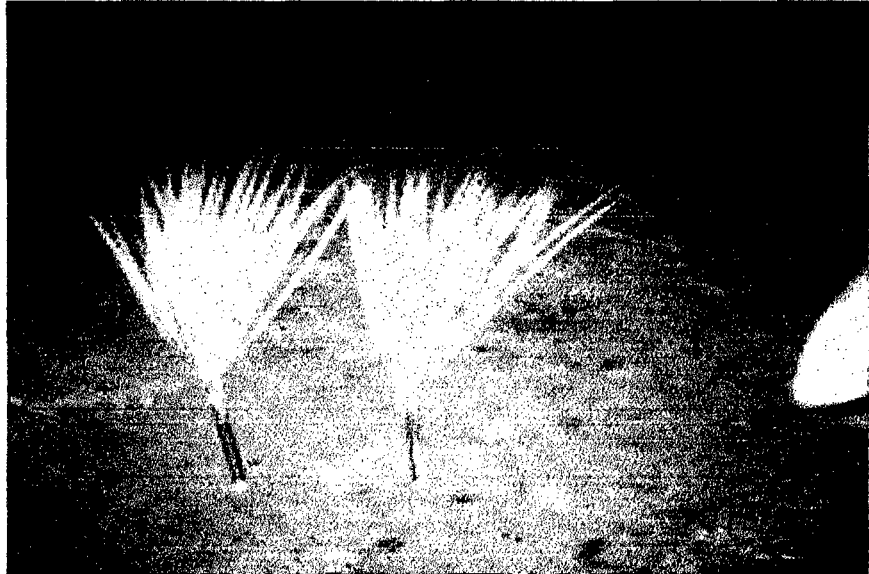
- **Deschipado:** Es la operación de separar las hebras pequeñas que no se acondicionan al tamaño del peine.
- **Peinado:** Se realiza con un molde de dientes a 0,5 cm de distancia, con la finalidad de separar las hebras.

FOTO N°. 10: Deschipado y peinado de las muestras



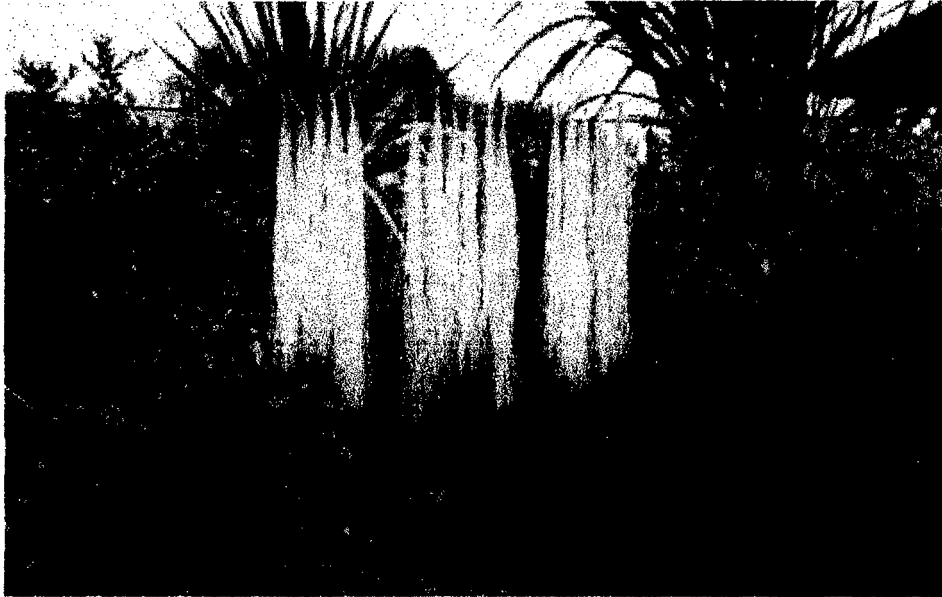
- **Devenado y cortado:** Es la operación de separar y cortar la nervadura central y los extremos verdes de la hoja, para que quede solo la parte blanda.

FOTO N°. 11: Muestras acondicionadas para los distintos tratamientos



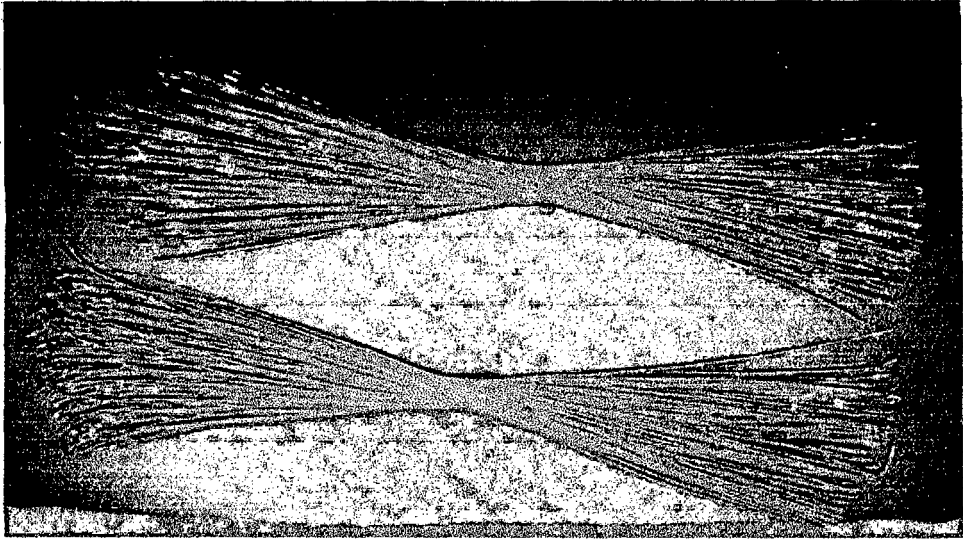
- **Cocido:** Las fibras crudas provenientes de las 3 cosechas enrolladas en número de cuatro, serán sometidas a un tratamiento térmico de cinco, diez y quince minutos (método convencional).
- **Enfriado:** Luego del cocido, los rollos se retiran y se enfrían en agua corriente a temperatura ambiente.
- **Secado:** Se someterá la fibra a la exposición de los rayos solares colocadas en cordeles, cuya finalidad es blanquear parcialmente y deshidratar la fibra, teniendo como consecuencia la formación de las hebras enrolladas sobre sí.

FOTO N°. 12: Exposición de las muestras a los rayos solares



- **Enriado:** Las fibras se expondrán al sereno de la noche, con la finalidad de recuperar parcialmente su humedad.
- **Despegado:** Se realiza con la finalidad de separar las fibras que se enrollaron entre sí.
- **Despuntado:** Se cortan las puntas de las fibras, para obtenerlas uniformes en tamaño.
- **Remojado:** La fibra es remojada con la finalidad de incrementar su humedad y hacer más efectiva el proceso de blanqueado.
- **Blanqueado:** Se colocarán las fibras en un ambiente hermético, con la finalidad de blanquearlas, por medio de un proceso de vaporización con azufre, por aproximadamente 12 horas.
- **Fibra para el trenzado:** Las fibras obtenidas están listas para ser sometidas a las determinaciones físicas y químicas, para luego ser evaluadas por el grupo de artesanas de Rioja.

FOTO N°. 13: Fibras listas para trenzar



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Componentes químicos

4.1.1. Rendimiento de extraíbles

Del análisis del cuadro No. 01, se observa que la *Carludovica palmata* tiene un 10,3% de compuestos extraíbles con agua, (Disacáridos, almidones, gomas, pectinas, taninos y mucílagos); los compuestos extraíbles con alcohol: benceno forman un total de 5,4% (terpenos y derivados: grasas, ceras, ácidos grasos y alcoholes) y los compuestos extraíbles con alcohol es de un 1,5% (polifenoles simples y sus glucósidos, taninos de menor peso molecular y azúcares) que hacen un total de 17,2% aproximadamente. Estos promedios pertenecen a las muestras que no tuvieron tratamiento térmico ya que los compuestos extraíbles se presentan íntegros.

Se puede observar también que los compuestos extraíbles con alcohol: benceno y alcohol, disminuyen ligeramente a medida que la planta crece; lo que sucede contrariamente con los compuestos extraíbles con agua, quienes aumentan a medida que la planta crece, y que los mismos disminuyen a un mayor tiempo de cocción en el beneficiado.

CUADRO 01: Rendimiento porcentual promedio de extraíbles en las muestras de fibras.

Edades	Tiempo de cocción	SOLVENTE			TOTAL EXTRAIDO
		ALCOHOL - BENCENO	ALCOHOL	AGUA	
a ₁	5	5.90	1.90	8.40	16.20
	10	5.89	1.91	5.10	12.87
	15	5.89	1.90	2.47	10.26
	0	5.90	1.90	8.90	16.66
a ₂	5	5.30	1.38	9.02	15.70
	10	5.29	1.39	6.03	12.71
	15	5.32	1.41	3.09	9.82
	0	5.32	1.43	10.57	17.32
a ₃	5	4.98	1.10	8.93	15.01
	10	5.03	1.12	5.05	11.17
	15	5.07	1.22	3.69	9.98
	0	5.10	1.15	11.35	17.60
PROMEDIO		5.44	1.49	10.27	17.20

Gráfico No. 01: Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 27 días, según el tiempo de cocción

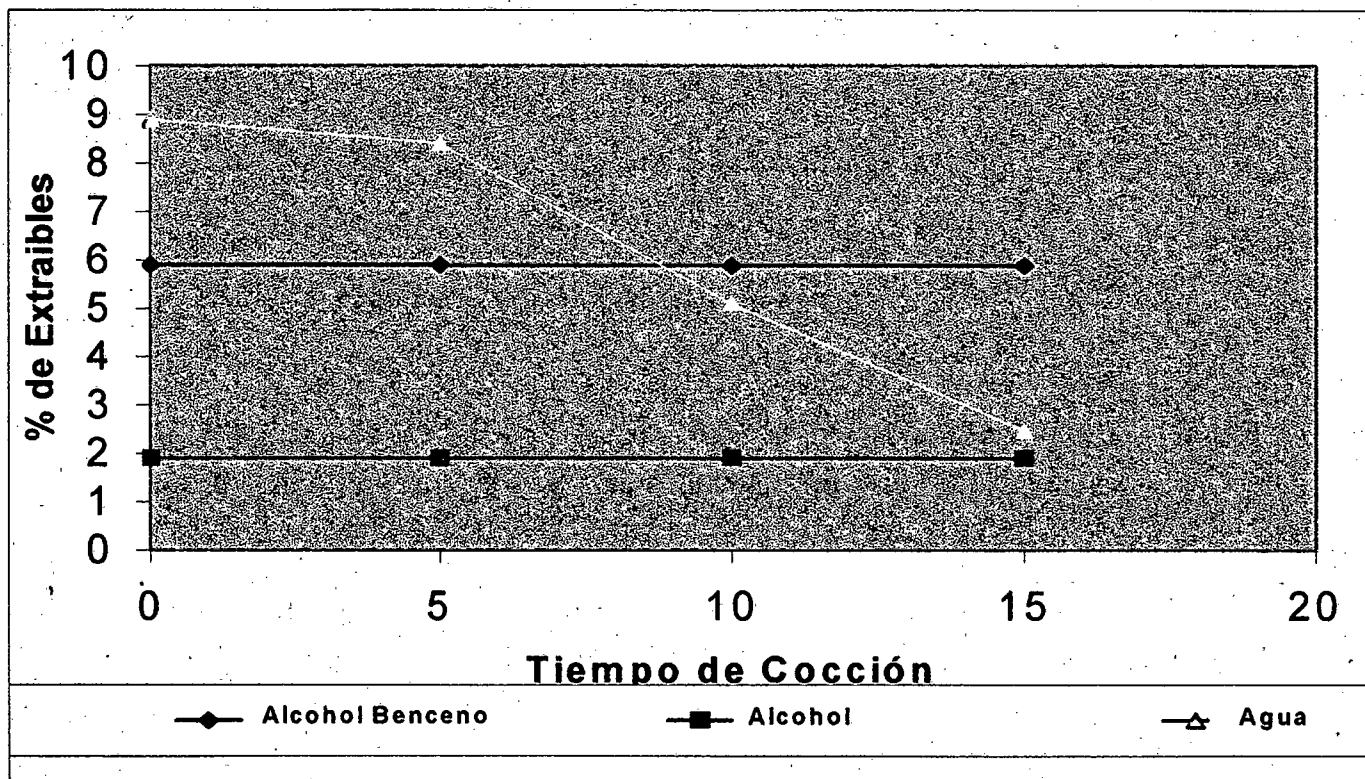


Gráfico No. 02: Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 35 días, según el tiempo de cocción

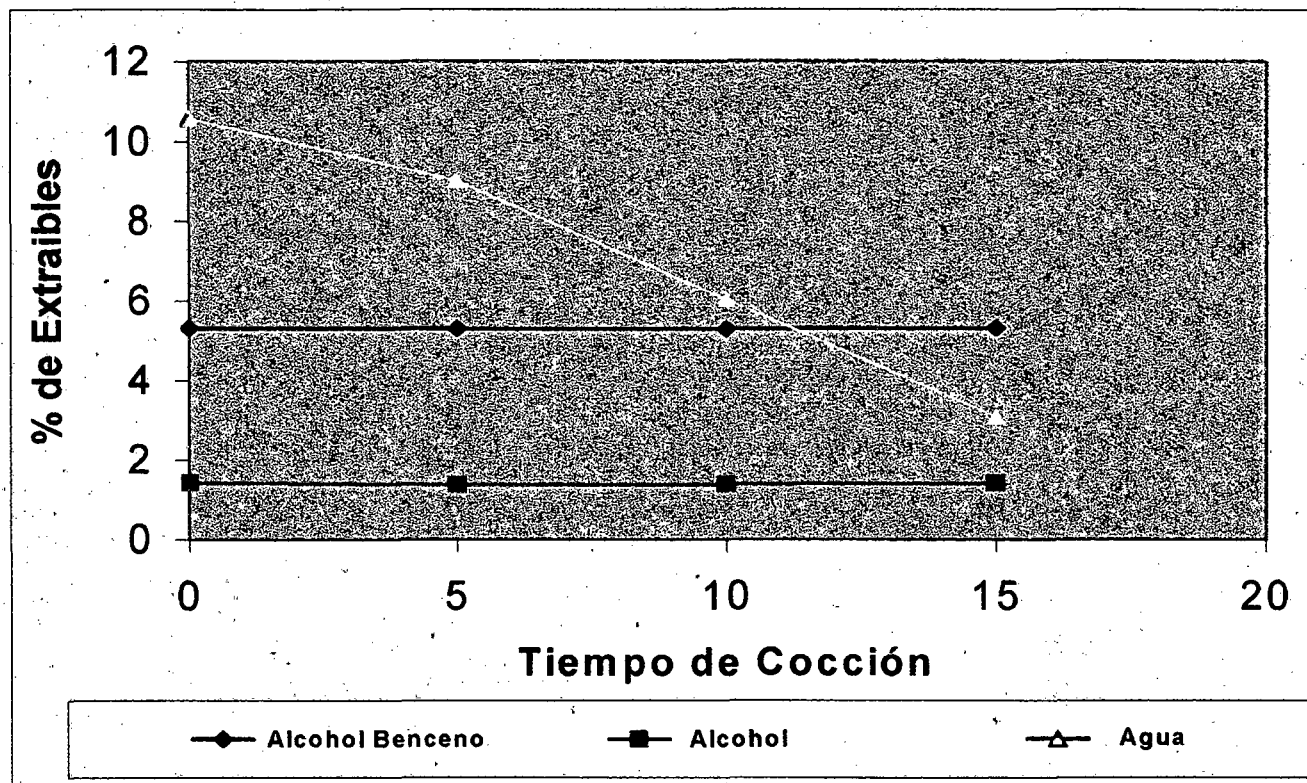
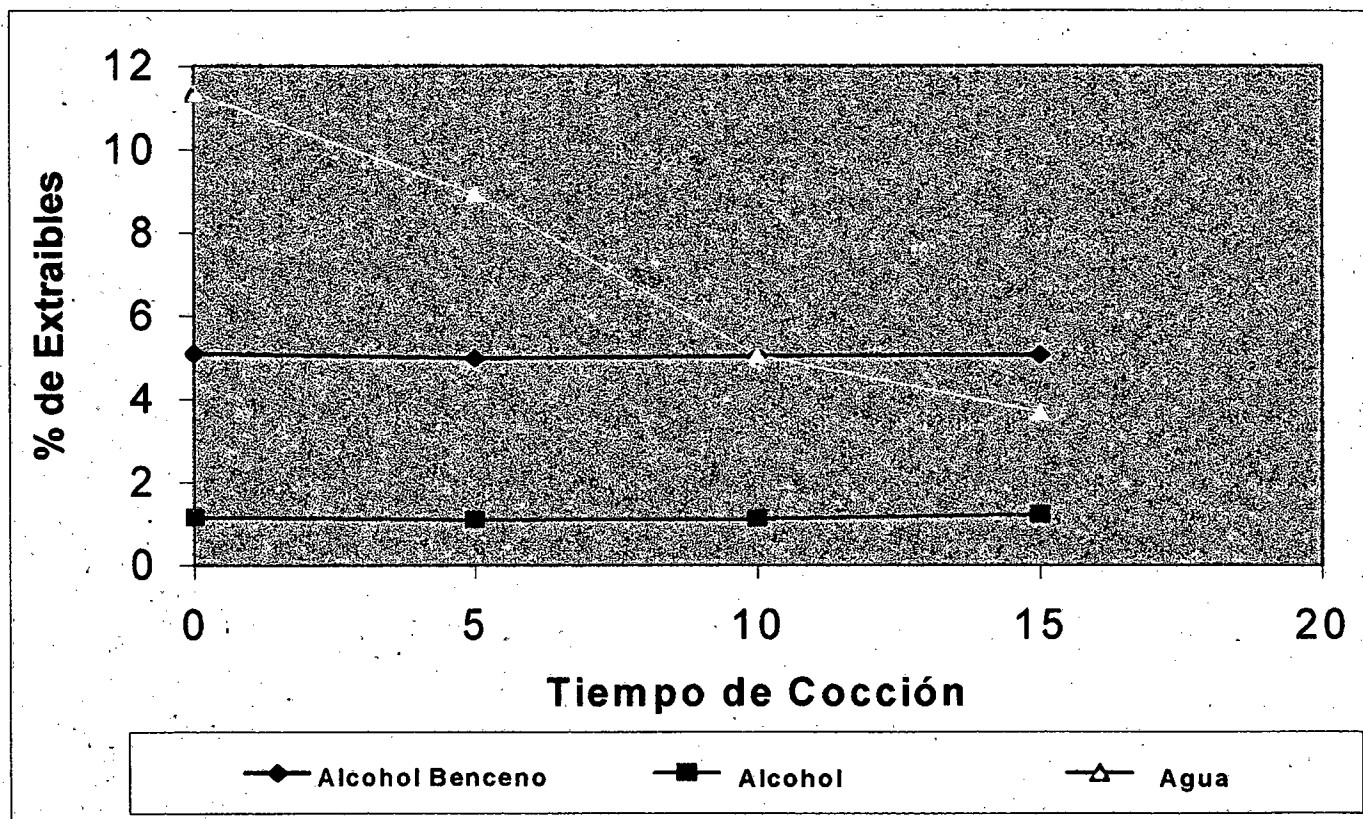


Gráfico No. 03: Variación de los compuestos extraídos para muestras cosechadas a 43 días, según el tiempo de cocción



4.1.2. Componentes químicos estructurales y no estructurales

El cuadro N°. 02 se presenta los componentes químicos estructurales y no estructurales de las doce muestras, en los cuales se observa variaciones debido a las edades de las muestras y a la pérdida de componentes extraíbles en agua durante el tratamiento térmico. Estos datos se muestran posteriormente en la gráfica N°. 04.

FOTO N°. 14: Determinación de lignina

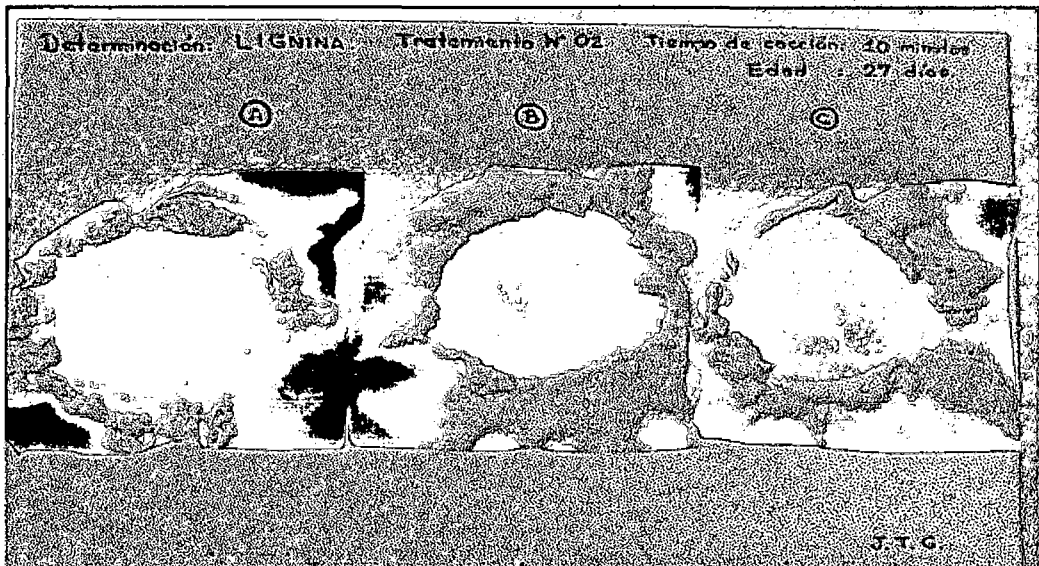
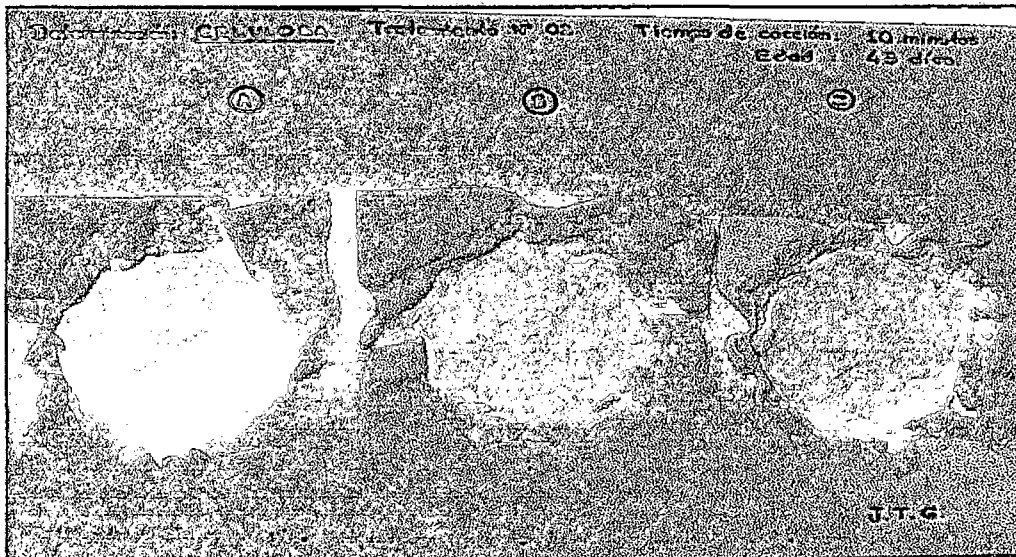


FOTO N°. 15: Determinación de celulosa



CUADRO 02: Composición química estructural y no estructural de la fibra

MUESTRAS	% DE COMPONENTES ESTRUCTURALES			% CENIZA
	Lignina	Hemicelulosa	α -Celulosa	
A ₁ b ₁	18.67	23.72	39.31	6.15
A ₁ b ₂	19.97	18.92	42.16	6.10
A ₁ b ₃	18.50	23.43	43.17	6.36
A ₁ b ₄	17.69	19.48	40.35	6.22
A ₂ b ₁	21.02	16.47	45.30	6.08
A ₂ b ₂	20.61	16.16	45.54	6.33
A ₂ b ₃	21.58	16.40	46.32	6.22
A ₂ b ₄	19.52	14.12	44.16	6.32
A ₃ b ₁	21.34	11.27	48.28	6.53
A ₃ b ₂	21.60	11.97	49.81	6.36
A ₃ b ₃	23.10	13.06	51.06	6.47
A ₃ b ₄	21.12	11.10	48.01	6.30
PROMEDIO	19.4	14.9	44.2	6.3

Los valores reportados en la Gráfica No. 05 pertenecen a los promedios de las fibras beneficiadas sin tratamiento térmico, ya que se presentan íntegramente. La Carludovica palmata, está compuesta de 44,2% de α -celulosa, 19,4% de ligninas, 14,9% de hemicelulosas, 6,3% de cenizas y 17,2% de compuestos extraíbles aproximadamente.

GRAFICO 04: Variación de la composición química en las muestras

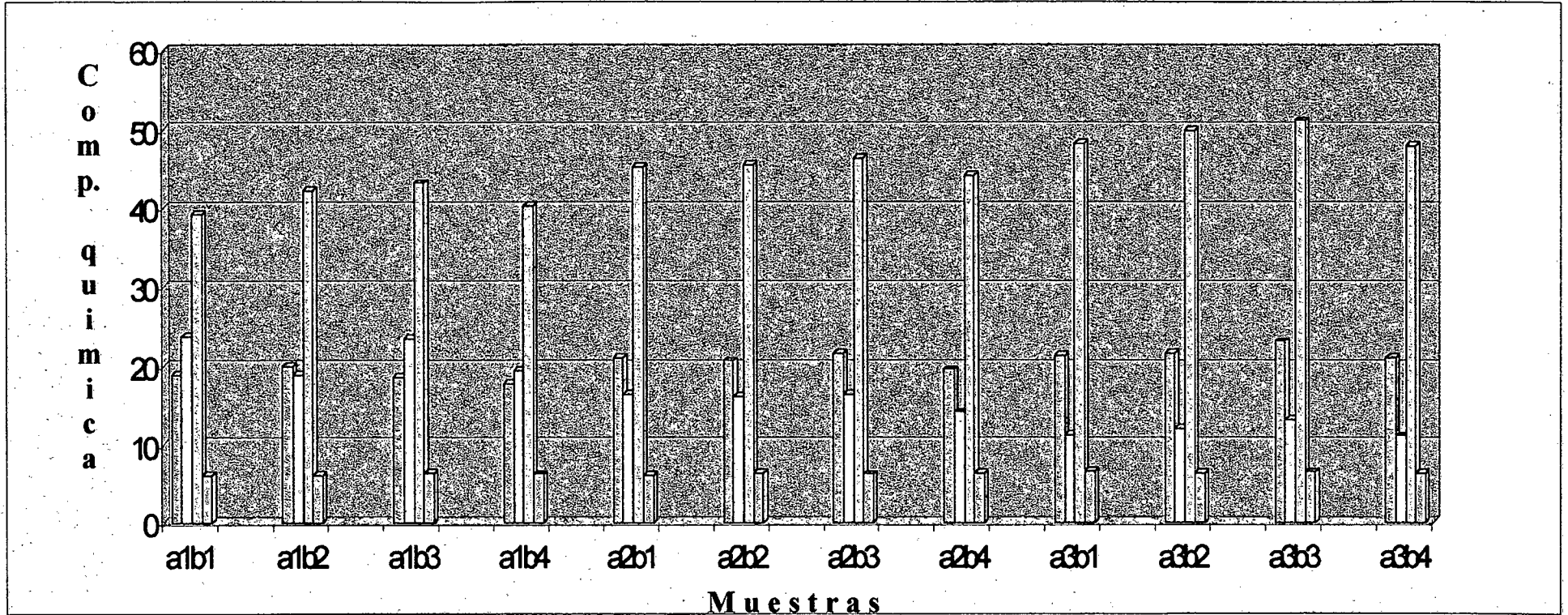
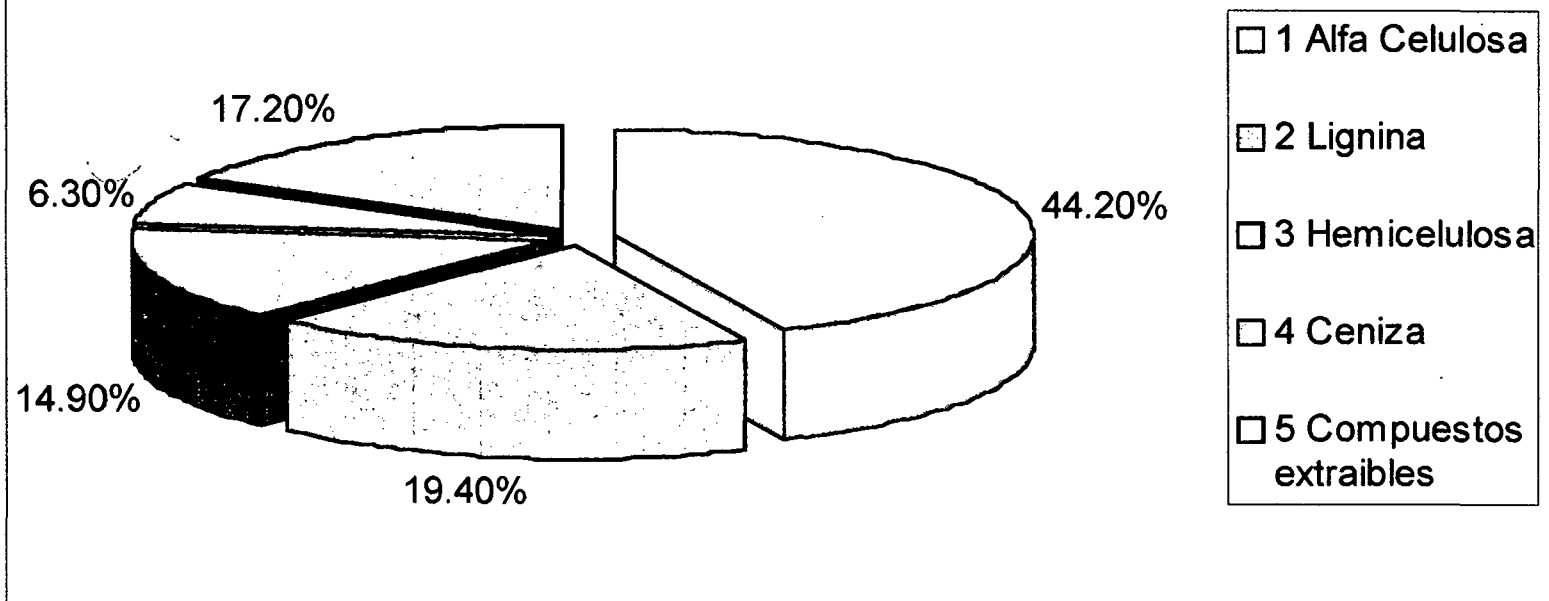


Gráfico N° 05: Porcentaje de la Composición química general de la C. palmata



4.2. Características físicas y mecánicas

4.2.1. Características físicas

La hoja tierna de la Carudovica palmata es sumamente delgada (0.1 – 0.2 mm), de la cual se obtiene de 50 - 80 cintas de alrededor de 1 - 2 cm de ancho por cada cogollo, quedando fibras secas con forma tubular irregular de aproximadamente 1 – 2 mm de grosor y un largo total que varia de 60 – 78 cm, pero cortando el tallo y los extremos queda con largo útil de 55 – 65 cm.

4.2.2. Flexibilidad

Las fibras húmedas son muy flexibles y pueden ser dobladas completamente sin ser dañada. En cambio cuando están secas son tiesas y se quiebran al ser dobladas en un ángulo de más de 90 °. El tejido de esta fibra mantiene siempre un grado de flexibilidad que depende del tipo de tejido, humedad ambiental y eventualmente tratamientos de acabado.

4.2.3. Resistencia a la fricción

La resistencia a la fricción un tejido es muy baja, rápidamente comienzan las fibras a desgastarse lo cual se manifiesta en primer lugar con la salida de “pelusas” y en segundo lugar con ruptura de las fibras. Esta baja resistencia a la fricción perjudica a ciertos productos como los bolsos.

4.2.4. Resistencia a la rotura

La irregularidad de esta fibra en toda su longitud, complica la determinación del diámetro, para la cual se utilizará como medida el título que no es mas que los metros existentes en un gramo de fibra o número métrico.

La resistencia a la rotura se determinó con tres contenidos de humedad, que nos dio como resultado la variación de la misma tal como se muestra en los cuadros siguientes:

CUADRO N°03: Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 14% de contenido de humedad

Trat,	Long.(cm)	Peso(gr.)	Título(m/gr)	Resist.(kg.)	Elong.(cm)
a ₁ b ₁	74.27	0.240	3.09	1.650	0.89
a ₁ b ₂	70.25	0.215	3.27	1.502	1.11
a ₁ b ₃	73.55	0.241	3.05	1.633	1.06
a ₁ b ₄	65.00	0.217	3.00	1.743	1.08
a ₂ b ₁	72.80	0.276	2.64	2.000	1.09
a ₂ b ₂	70.75	0.223	3.17	1.892	1.03
a ₂ b ₃	71.50	0.220	3.25	1.693	1.03
a ₂ b ₄	74.75	0.213	3.51	1.930	1.00
a ₃ b ₁	77.45	0.216	3.59	1.580	0.90
a ₃ b ₂	74.90	0.226	3.31	1.705	0.93
a ₃ b ₃	76.30	0.226	3.38	1.720	0.98
a ₃ b ₄	75.50	0.228	3.31	1.775	0.99
Mét. convenc.	73.53	0.231	3.18	1.708	1.00
Mét. propuesto	71.75	0.219	3.27	1.816	1.02

CUADRO N°04: Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 45% de contenido de humedad

Trat,	Long.(cm)	Peso(gr.)	Título(m/gr)	Resist.(kg.)	Elong.(cm)
a ₁ b ₁	75.35	0.359	2.10	2.205	1.14
a ₁ b ₂	73.15	0.334	2.19	2.083	1.01
a ₁ b ₃	76.36	0.409	1.87	2.612	1.10
a ₁ b ₄	65.00	0.326	2.00	2.755	1.09
a ₂ b ₁	76.15	0.364	2.09	2.480	1.10
a ₂ b ₂	72.40	0.353	2.05	2.600	1.02
a ₂ b ₃	73.10	0.328	2.23	2.500	0.92
a ₂ b ₄	71.20	0.335	2.13	2.905	1.14
a ₃ b ₁	74.85	0.347	2.16	3.030	1.08
a ₃ b ₂	74.70	0.341	2.19	3.045	1.04
a ₃ b ₃	73.80	0.333	2.22	3.100	1.09
a ₃ b ₄	74.90	0.332	2.26	3.240	1.14
Mét. convenc.	74.43	0.352	2.11	2.628	1.05
Mét. propuesto	70.37	0.331	2.13	2.967	1.12

CUADRO N°05: Datos promedios de las características físico – mecánicas de los tratamientos a 60% de contenido de humedad

Trat,	Long.(cm)	Peso(gr.)	Título(m/gr)	Resist.(kg.)	Elong.(cm)
a ₁ b ₁	70.5	0.393	1.79	2.125	0.90
a ₁ b ₂	71.0	0.392	1.81	2.150	0.80
a ₁ b ₃	73.0	0.415	1.76	2.150	0.80
a ₁ b ₄	72.0	0.410	1.76	2.100	0.90
a ₂ b ₁	73.5	0.389	1.89	2.050	1.00
a ₂ b ₂	74.5	0.399	1.92	2.000	0.90
a ₂ b ₃	73.0	0.420	1.74	2.120	0.80
a ₂ b ₄	73.0	0.413	1.77	2.115	0.90
a ₃ b ₁	75.7	0.421	1.80	2.175	0.90
a ₃ b ₂	74.5	0.398	1.87	2.000	1.00
a ₃ b ₃	76.5	0.425	1.80	2.100	0.90
a ₃ b ₄	76.3	0.416	1.83	2.100	0.80
Mét. convenc.	73.58	0.406	1.81	2.097	0.80
Mét. propuesto	73.77	0.413	1.79	2.105	0.86

En estos cuadros se muestra que para un contenido de humedad del 14% (medio ambiente), la resistencia a la rotura es de 1,735 kg aproximadamente, y a un contenido de humedad de 45-50% (humedad optima para ser tejida), la resistencia se incrementa a 2,710 kg aproximadamente, lo cual es muy beneficioso para su manufactura, pero esta tendencia se detiene a un contenido de humedad de 55-60% (deformación de la fibra), en donde su resistencia disminuye a 2,100 kg aproximadamente.

EVALUACION SENSORIAL

En el cuadro No. 09 del anexo 03, se observa en forma general que en cuanto al color existe alta diferencia significativa entre edades, tiempos de cocción y entre la interacción de ambas.

En el cuadro No. 15, se observa que en cuanto a la textura de esta fibra no existe diferencia significativa para las distintas edades de los brotes, si existe alta diferencia significativa para diferentes tiempos de cocción y baja diferencia significativa para la

interacción de ambas.

En el cuadro No. 20, se observa que en cuanto a la resistencia a la rotura de esta fibra muestra que existe alta diferencia significativa para la edad de los brotes, tiempos de cocción y entre la interacción de ambas.

COLOR: En el cuadro No. 10, se observa que no existe diferencia significativa entre las cosechas a_1 y a_2 y alta diferencia significativa con respecto a la cosecha a_3 . En el cuadro No. 11, se observa que existe alta diferencia significativa en los tiempos de cocción b_4 con respecto a b_1 , b_2 y b_3 . En el cuadro N° 12, se observa que la diferencia significativa se presenta entre los tratamientos a_1b_1 con a_1b_4 , a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_3 , a_1b_2 con a_1b_4 , a_2b_4 , a_3b_3 ; a_1b_3 con a_1b_4 , a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_3 ; a_1b_4 con a_2b_1 , a_2b_2 , a_2b_3 , a_3b_1 , a_3b_2 , a_3b_3 , a_3b_4 ; a_2b_1 con a_2b_4 , a_3b_3 ; a_2b_2 con a_2b_4 , a_3b_3 ; a_2b_3 con a_2b_4 , a_3b_3 ; a_2b_4 con a_3b_1 , a_3b_2 , a_3b_3 , a_3b_4 .

Si observamos los promedios en el cuadro No. 07, podemos decir que los tratamientos a_1b_4 y a_2b_4 son los más aceptables, las cuales pertenecen a unas cosechas de 27 y 35 días sin cocción respectivamente, en la que se puede utilizar cualquiera de las dos ya que no existe diferencia significativa entre ambas.

TEXTURA: En el cuadro No. 15, se observa que no existe diferencia significativa entre las cosechas. En el cuadro No. 16, se observa que la diferencia significativa se presenta en los tiempos de cocción de b_4 con respecto a b_1 , b_2 y b_3 . El cuadro No. 17 nos muestra que existe alta diferencia significativa entre los tratamientos

a_1b_1 con a_3b_4 ; a_1b_2 con a_1b_4 , a_2b_4 , a_3b_4 ; a_1b_3 con a_1b_4 , a_2b_4 , a_3b_4 ; a_1b_4 con a_2b_3 , a_3b_2 , a_3b_3 ; a_2b_2 con a_2b_4 , a_3b_4 ; a_2b_3 con a_2b_4 , a_3b_4 ; a_2b_4 con a_3b_1 , a_3b_2 ; a_3b_3 ; a_3b_1 con a_3b_4 ; a_3b_2 con a_3b_4 ; a_3b_3 , con a_3b_4 .

Si observamos los promedios en el cuadro No. 13, podemos decir que los tratamientos a_1b_4 , a_2b_4 , y a_3b_4 , son los mejores con respecto a la textura, las que pertenecen a 27, 35 y 43 días de cosecha sin cocción respectivamente, lo que quiere decir que cualquiera que sea la edad y si la fibra no fue sometida a cocción, su buena textura no varía.

RESISTENCIA A LA ROTURA: Del cuadro No. 21, se deduce que existe alta diferencia entre las 3 cosechas. En el cuadro No. 22, se observa que existe alta diferencia entre el tiempo de cocción b_4 con respecto a b_1 , b_2 y b_3 . Del cuadro No. 23 la alta diferencia significativa está entre los tratamientos a_1b_1 con a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_4 ; a_1b_2 ,

con a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_4 ; a_1b_3 con a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_4 ; a_1b_4 con a_2b_4 , a_3b_1 , a_3b_4 ; a_2b_1 , con a_2b_4 , a_3b_4 ; a_2b_2 con a_2b_4 , a_3b_4 ; a_2b_3 con a_2b_4 , a_3b_4 .

Si observamos los promedios del cuadro No. 18, podemos decir que los tratamientos a_2b_4 y a_3b_4 son las mejores con respecto a la resistencia a la rotura, las que pertenecen a 35 y 43 días de cosecha y sin cocción respectivamente, entre los cuales no existe diferencia significativa.

Con todo este análisis se puede finalizar diciendo que el tratamiento a_2b_4 , perteneciente a una cosecha de 35 días sin cocción, se presenta con buenos calificativos en los tres atributos: color, textura y resistencia a la rotura.

Gráfico No 06. : Calificativo promedio para las doce muestras con respecto al COLOR

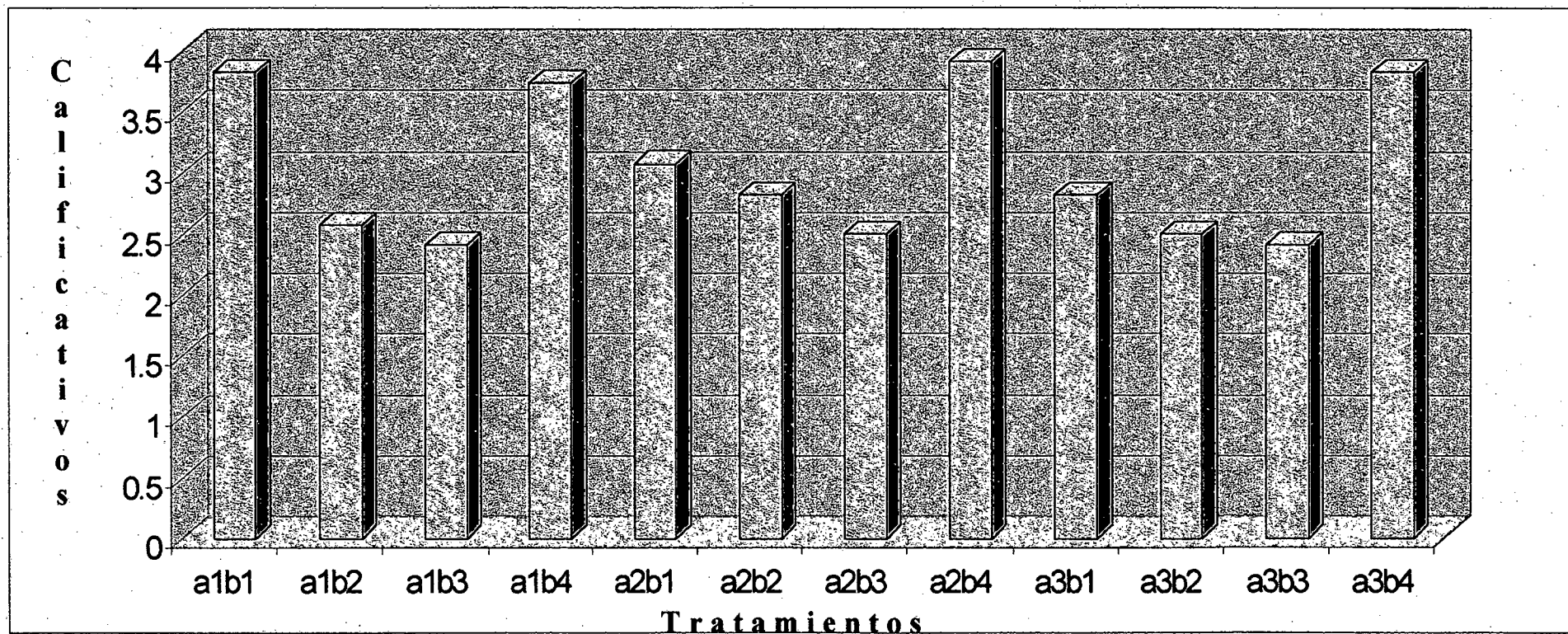


Gráfico No. 07: Calificativo promedio para las doce muestras con respecto a la TEXTURA

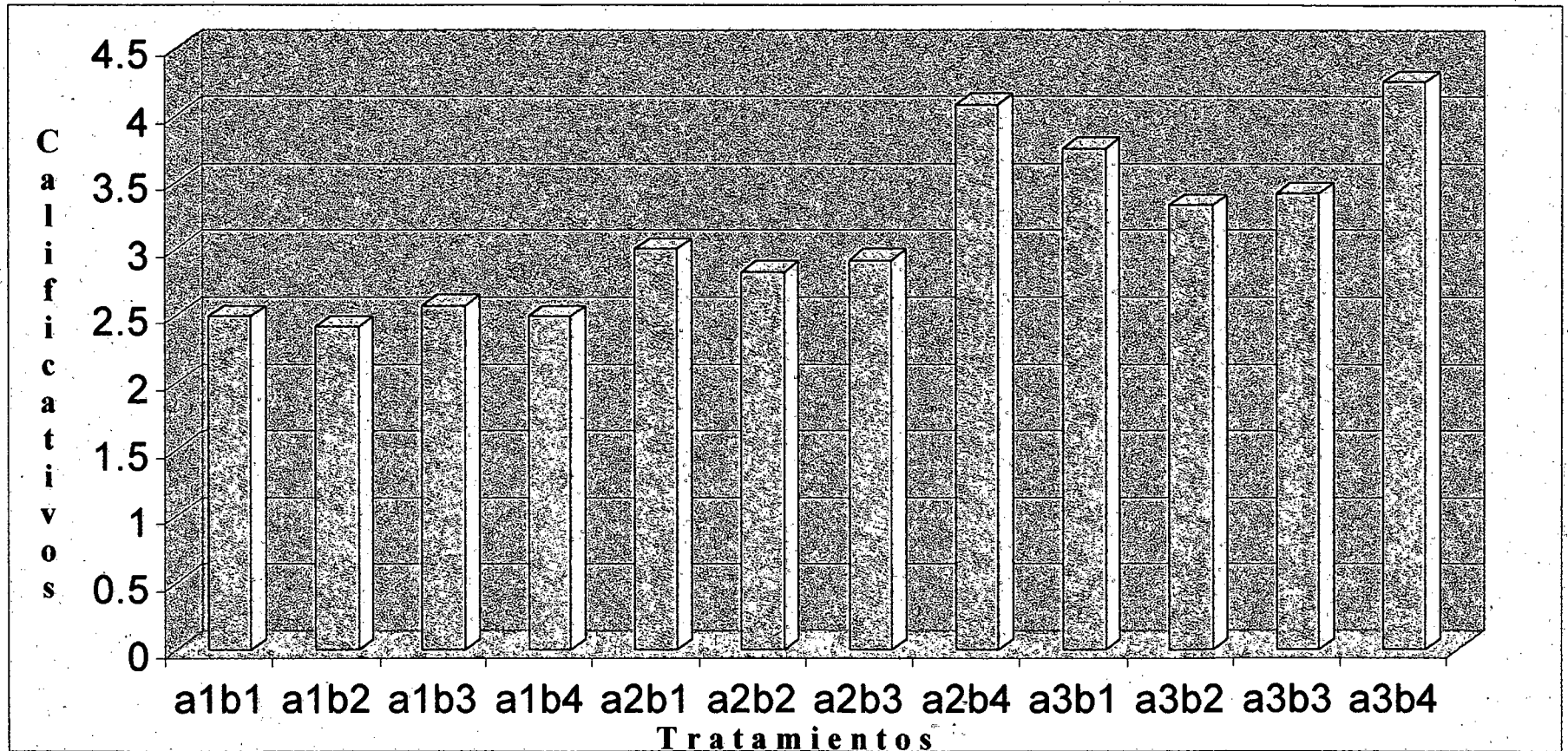
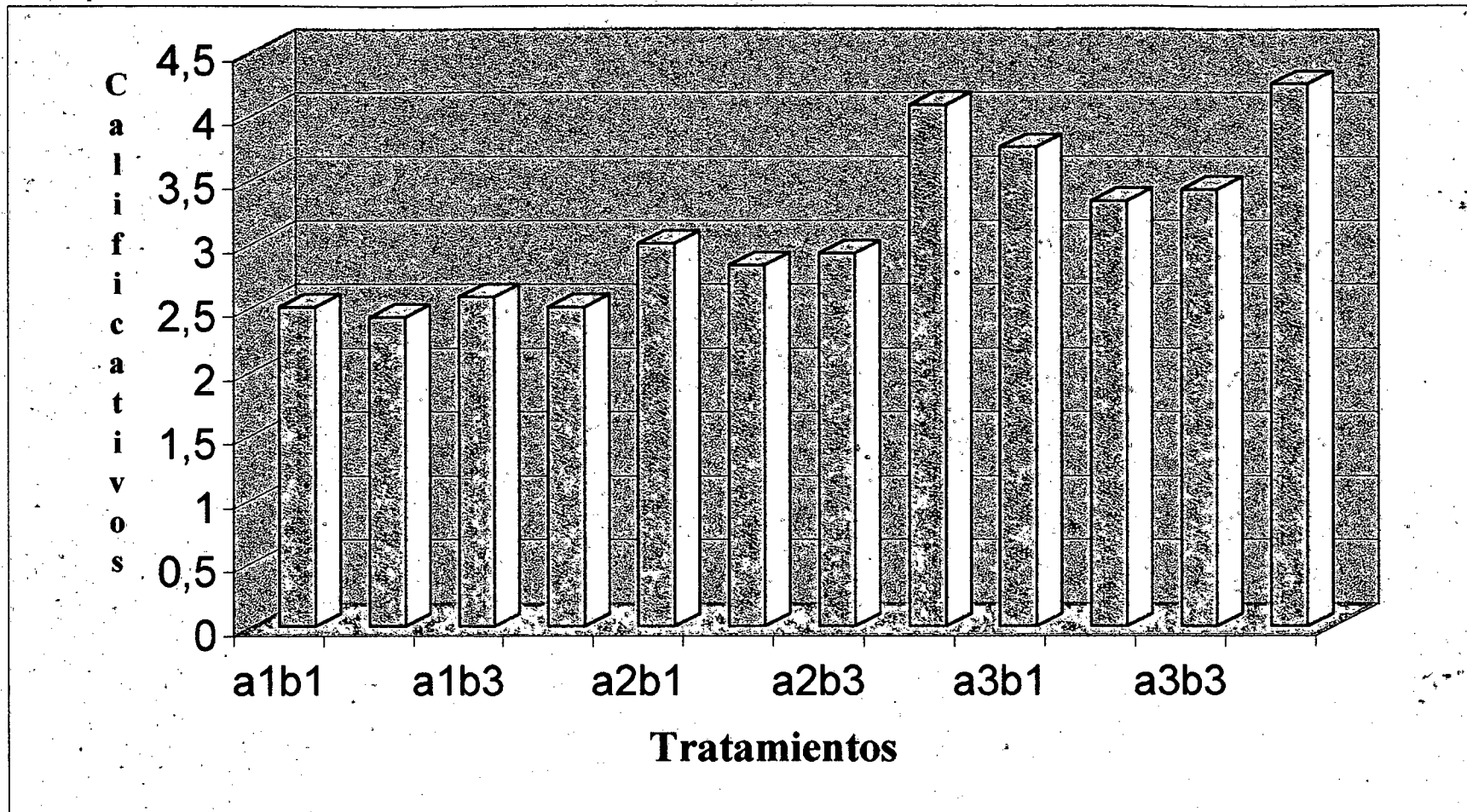
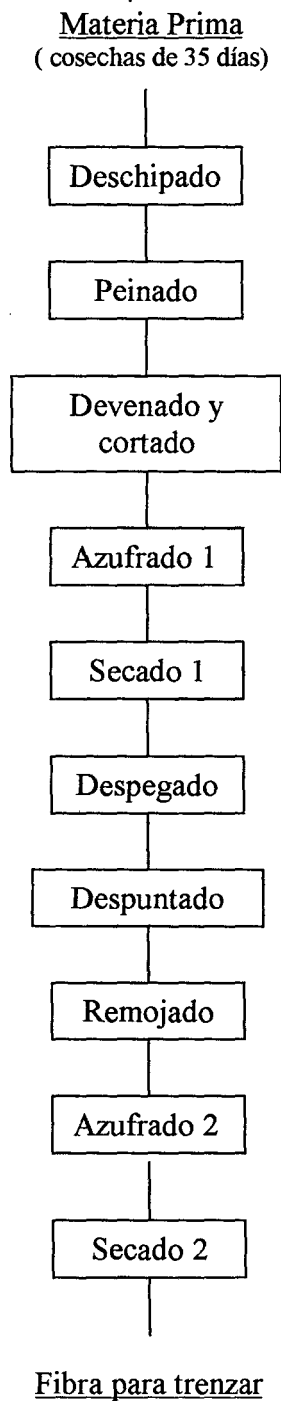


Gráfico No. 08: Calificativo promedio de las doce muestras con respecto a la RESISTENCIA A LA ROTURA



**Figura No.03: Flujograma definitivo para la obtención de fibra de bombonaje
(Carludovica palmata)**



V. CONCLUSIONES

1. La composición química elemental de la fibra de *Carludovica palmata* presenta porcentajes promedios de 44.2% para α -Celulosa, 14.9% para hemicelulosas, 19.4% lignina, 6.3% cenizas y 17.2% para compuestos extraíbles.
2. En cuanto a las características físicas y mecánicas de esta fibra, se puede concluir que la resistencia a la rotura se optimiza a un contenido de humedad de 40 – 45%, la misma que disminuye en el rango de 55 – 60%. El contenido de humedad del cogollo y la concentración de hemicelulosas, es un factor muy importante para obtener buenos resultados en cuanto al blanqueado.
3. La muestra cosechada a 27 días de germinado, presenta baja resistencia a la rotura, excelente blancura y buena textura; una cosecha de 35 días, presenta buena resistencia a la rotura, buena blancura y buena textura; una cosecha de 43 días, presenta excelente resistencia a la rotura, baja blancura y regular textura. De lo que se puede concluir que un cogollo de 35 días de crecimiento, sería la edad óptima de cosecha ya que presenta buenas condiciones en los 3 atributos.
4. El método para la obtención de una fibra con sus características mejoradas en sus tres atributos, es la correspondiente a una cosecha de 35 días y tratada sin cocción, ya que la fibra que tiene sus componentes extraíbles íntegros, se ve reflejada en la textura, y se presenta de una forma mucho más tersa y con menor fracturabilidad expuesta al medio ambiente, también se refleja en la resistencia a la rotura la misma que se incrementa con respecto a la que tuvo tratamiento térmico en el beneficiado, en la que se le quitó parte de sus componentes extraíbles (disacáridos, almidones, gomas, pectinas, taninos y mucílagos).

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar diseños sobre la infraestructura del proceso de beneficiado, especialmente del proceso de sulfonación, ya que la característica de color es imprescindible en la calidad de la fibra del producto para exportación, y las demás características se encuentran en los detalles del tejido.
2. El blanqueado de esta fibra no es exclusivo del azufre, sino también de otras sustancias como la soda cáustica, hipoclorito de sodio y otros compuestos oxidantes, para lo cual se recomienda el estudio de sus usos en cuanto a las concentraciones y tiempos del tratamiento para en lo posible mejorar la efectividad del blanqueado.
3. El almacenamiento de las muestras, tiene un lapso de seis meses aproximadamente, tiempo que demandó el proyecto de investigación y en el cual se observó cierta variación del color, disminuyendo su calidad, por lo que se recomienda realizar estudios posteriores en cuanto a su almacenamiento y formas de protección ante las posibles variaciones asociadas al tiempo.
4. Para la presente investigación se extrajo muestras de un cultivo natural, por lo cual se recomienda realizar el mismo estudio en plantaciones cultivadas y observar la variación de resultados.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1.- Carmona C. R.; 1995; Laboratorio Química de la Madera: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Tecnología de la Madera, Chile.
- 2.- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 1995, NTC 3739, Colombia.
- 3.- Lascheras E. J; 1981; Materiales Industriales, Ediciones José D. Avila Montesco, Barcelona - España.
- 4.- Link, Pablo; 1949, Fibras Textiles, Buenos Aires - Argentina.
- 5.- Medina, J.C; 1958; Plantas fibrosas de la Flora Industrial. Instituto Agronómico, Campiñas – Brasil.
- 6.- Rodolfo Barriga Ruíz; 1994; Plantas Útiles de la Amazonía Peruana: Características, usos y posibilidades Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo – Perú.
- 7.- Rojas, T. M; 1991; Métodos Estadísticos para la Investigación. U.N.S.M, Facultad de Agronomía, Tarapoto Perú.
- 8.- UC Dzul R.I; 1995; Cultivo de la Palma Jipi (Carludovica Ruiz y Pavón): Aprovechamiento y Características Agronómicas en la parte norte del Estado de Campeche, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- 9.- Zarate Z.A; 1992; Guía Práctica de Laboratorio para la Determinación de Análisis en Fibras Textiles, Pieles y Cueros, U.N.A.L.M, Facultad de Zootecnia, Departamento de Producción Animal, Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: Determinación de la Composición química

CUADRO N°06: Promedios de repeticiones por muestra, para composición química

MUESTRAS	CENIZA	COMP. EXT.		HOLOCELULOSA		α CELULOSA		LIGNINA	
	Wn	Wi	Wf	Wi	Wf	Wi	Wf	Wi	Wf
a ₁ b ₁	0.9908	4.3350	3.4722	2.4539	2.3814	2.3814	1.4415	1.0051	0.2876
a ₁ b ₂	1.1064	4.1710	3.4914	2.5545	2.3131	2.3131	1.4458	1.0060	0.2961
a ₁ b ₃	0.8418	4.0415	3.5090	2.5048	2.4609	2.4609	1.4783	1.0042	0.2574
a ₁ b ₄	1.1068	4.1812	3.3003	2.2906	2.2181	2.2181	1.4543	1.0048	0.2833
a ₂ b ₁	1.0974	4.2758	3.4322	2.4190	2.3465	2.3465	1.6691	1.0032	0.3300
a ₂ b ₂	0.8499	4.2178	3.5737	2.4943	2.2099	2.2099	1.4453	1.0348	0.2959
a ₂ b ₃	1.1532	3.9915	3.4863	2.4788	2.2959	2.2959	1.5704	1.0050	0.3187
a ₂ b ₄	1.1103	4.2572	3.3275	2.2011	2.1501	2.1501	1.5914	1.0013	0.3271
a ₃ b ₁	1.1492	4.2855	3.4698	2.3908	2.2411	2.2411	1.7194	1.0618	0.3358
a ₃ b ₂	0.9026	4.1733	3.6063	2.5090	2.1990	2.1990	1.5538	1.0693	0.3064
a ₃ b ₃	1.2846	4.0357	3.5047	2.4938	2.4342	2.4342	1.8921	1.0011	0.3517
a ₃ b ₄	1.1202	4.1015	3.1825	2.1303	2.1003	2.1003	1.6819	1.0002	0.3523

Cálculos para determinación de composición química en la muestra a₁b₁

Muestra utilizada = 5.3258 → 100%

♦ CENIZA = 7.15%

♦ COMPUESTOS EXTRAIBLES = $0.8628/5.3258 \times 100 = 16.20\%$

3.4458 → 100%

- Celulosa = $1.4415/2.3814 \times 100 = 60.53\%$

- Holocelulosa = $2.3814/2.4539 \times 100 = 95.53\%$

- Hemicelulosa = 35.00%

♦ CELULOSA

3.4458gr _____ 100%

x _____ 60.47%

x = 2.0837gr

5.3258gr _____ 100%

2.0837gr _____ x

x = 39.12%

♦ HEMICELULOSA

3.4458gr _____ 100%

x _____ 35.00%

x = 1.2100gr

5.3258gr _____ 100%

1.2100gr _____ x

x = 22.72%

♦ LIGNINA

3.4458gr _____ 100%

x _____ 28.76%

x = 0.9910gr

5.3258gr _____ 100%

0.9910gr _____ x

x = 18.61%

ANEXO 2: Formato de Evaluación Sensorial

NOMBRE :

FECHA :

Ud. está recibiendo 12 muestras de fibras de bombonaje, evalúe cuidadosamente cada una de sus características, de acuerdo a la siguiente escala:

- 5.- Excelente
- 4.- Muy bueno
- 3.- Bueno
- 2.- Regular
- 1.- Malo

Muestra \ Característica	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₃ b ₁	a ₃ b ₂	a ₃ b ₃	a ₃ b ₄
Color												
Textura												
Resistencia a la rotura												

Comentarios:

**ANEXO 03: Cuadros de Cálculos Estadísticos para los Atributos COLOR,
TEXTURA Y RESISTENCIA A LA ROTURA**

A) Atributo: Color

**CUADRO N° 07: Cálculos para el Análisis de Varianza (ANVA) para el atributo
color.**

Trat. Jueces	a ₁				a ₂				a ₃				TOTAL
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	
1	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	35
2	3	3	3	5	3	3	3	4	2	2	2	3	36
3	3	3	3	5	3	3	3	4	3	3	3	2	38
4	3	3	2	4	3	3	3	4	2	2	2	2	33
5	3	3	3	4	3	3	3	5	2	2	1	2	34
6	4	3	3	4	3	3	3	5	2	2	1	3	36
7	3	3	3	5	3	3	3	4	2	2	1	3	35
8	3	3	3	5	3	3	2	5	1	1	2	2	33
9	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	2	1	35
10	3	3	3	4	3	3	3	4	2	2	2	2	34
11	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	35
12	3	3	3	4	3	3	3	4	2	2	1	3	34
TOTAL	37	36	35	51	36	36	35	49	25	27	22	29	418
X	3.08	3	2.92	4.25	3	3	2.92	4.08	2.08	2.25	1.83	2.42	

CUADRO N° 08: Combinaciones de niveles de los factores A y B (atributo Color)

B \ A	a ₁	a ₂	a ₃	TOTAL	X
b ₁	37	36	25	98	32.67
b ₂	36	36	27	99	33
b ₃	35	35	22	92	30.67
b ₄	51	49	29	129	43
TOTAL	159	156	103	148	
X	39.75	39	25.75		

Cálculos para el análisis de varianza

1) Suma de cuadrados del total de las observaciones:

$$\sum y^2 = \sum \sum = \sum y^2$$

$$\sum y^2 = 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + 3^2$$

$$\sum y^2 = 1312$$

2) Factor de corrección:

$$F_c = T^2 / \sum n k$$

$$F_c = \frac{(418)^2}{12 \times 12} \quad F_c = 1213.36$$

3) Suma de cuadrados asociaciones a los diferentes niveles de a:

$$A_{yy} = \sum A / bn - F_c$$

$$A_{yy} = \frac{159^2 + 156^2 + 103^2}{4 \times 12} - 1213.36$$

$$A_{yy} = 41.35$$

4) Suma de cuadrados asociados a los diferentes niveles de b:

$$B_{yy} = \sum B / an - F_c$$

$$B_{yy} = \frac{98^2 + 99^2 + 92^2 + 129^2}{3 \times 12} - 1213.36$$

$$B_{yy} = 23.03$$

5) Suma de cuadrados entre las sub clases (celdas), para la tabla a x b:

$$T_{yy} = S_{ab} = \sum \sum T / n - F_c$$

$$T_{yy} = S_{ab} = \frac{37^2 + 36^2 + 35^2 + 51^2 + \dots + 29^2}{12} - 1213.36$$

$$T_{yy} = 68.97$$

6) Suma de cuadrados de bloques:

$$\rho_{yy} = \sum y^2 \dots k / ab - F_c$$

$$\rho_{yy} = \frac{35^2 + 36^2 + 38^2 + 33^2 + 34^2 + \dots + 34^2}{3 \times 4} - 1213.36$$

$$\rho_{yy} = 1.81$$

7) Suma de cuadrados del error experimental:

$$E_{yy} = \sum y^2 - F_c - \rho_{yy} - T_{yy}$$

$$E_{yy} = 1312 - 1213.36 - 1.81 - 68.97$$

$$E_{yy} = 27.86$$

8) Suma de cuadrados de la interacción del factor A por el factor B:

$$(AB)_{yy} = T_{yy} - A_{yy} - B_{yy}$$

$$(AB)_{yy} = 68.97 - 41.35 - 23.03$$

$$(AB)_{yy} = 4.59$$

CUADRO N° 09: ANVA para los datos del CUADRO N° 07

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc	F α
Bloques	11	1.81	0.1645	0.7152	0.501 n.s. 1.995
Tratamientos	11	68.97			
A	2	41.35	20.675	89.891	0.271 **s 3.690
B	3	23.03	7.677	33.378	0.320 **s 3.120
AB	6	4.59	0.765	3.3261	0.415 s 2.410
Error Exp.	121	27.86	0.230		
TOTAL	143	98.64			

PRUEBA DE TUKEY

1) Número de comparaciones

$$N = \frac{T(T-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

$$q_{\alpha}(n_1, pv) = (3, 121) = 3.31$$

$$S_x = \frac{CME}{n} = \frac{0.230}{4} = 0.240$$

$$A.E.S. = q_{\alpha} \times S_x = 3.31 \times 0.240 = 0.794$$

CUADRO N° 10: Comparación y significancia para el nivel A (atributo color)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
a ₁ v _s a ₂	0.75	0.794	n.s.
a ₁ v _s a ₃	14	0.794	** s
a ₂ v _s a ₃	13.25	0.794	** s

1) Número de comparaciones

$$N = \frac{T(T-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

$$q_{\alpha} (n_1 \text{ pv}) = (4.121) = 3.63$$

$$S_x = \frac{CME}{n} = \frac{0.230}{3} = 0.277$$

$$A.E.S. = q_{\alpha} \times S_x = 3.63 \times 0.277 = 1.01$$

CUADRO N°11: Comparación y significancia para el nivel B (atributo color)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
b ₁ v _s b ₂	0.33	1.01	n.s.
b ₁ v _s b ₃	2.00	1.01	s
b ₁ v _s b ₄	10.33	1.01	** s
b ₂ v _s b ₃	2.33	1.01	s
b ₂ v _s b ₄	10.00	1.01	** s
b ₃ v _s b ₄	12.33	1.01	** s

1) Número de comparaciones

$$N = \frac{T(T-1)}{2} = \frac{12(12-1)}{2} = 66$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

$$q_{\alpha} (n_1 \text{ pv}) = (12.121) = 4.62$$

$$S_x = \frac{CME}{n} = \frac{0.230}{12} = 0.138$$

$$A.E.S. = q_{\alpha} \times S_x = 4.62 \times 0.138 = 0.638$$

CUADRO N°12: Comparación y significancia para la interacción AB (atributo color)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₁ b ₃	0.16	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₁ b ₄	1.17	0.638	* * S
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₁	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₃	0.16	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₄	1.0	0.638	* * S
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₁	1.0	0.638	* * S
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₂	0.83	0.638	S
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₃	1.25	0.638	* * S
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₄	0.66	0.638	S
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₃	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₄	1.25	0.638	* * S
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₁	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₂	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₃	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₄	1.08	0.638	* * S
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₁	0.92	0.638	S.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₂	0.75	0.638	S.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₃	1.17	0.638	* * S
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₄	0.58	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₁ b ₄	0.33	0.638	* * S
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₁	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₃	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₄	1.16	0.638	* * S
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₁	1.00	0.638	* * S
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₂	0.67	0.638	S.
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₃	1.09	0.638	* * S
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₄	0.50	0.638	n.s.
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₁	1.25	0.638	* * S
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₂	1.25	0.638	* * S
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₃	1.33	0.638	* * S
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₄	0.17	0.638	n.s.
a ₁ b ₄ V _s a ₃ b ₁	2.17	0.638	* * S
a ₁ b ₄ V _s a ₃ b ₂	2.00	0.638	* * S
a ₁ b ₄ V _s a ₃ b ₃	2.42	0.638	* * S

a1b4 Vs a3b4	1.83	0.638	**S
a2b1 Vs a2b2	0.00	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b3	0.08	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b4	1.08	0.638	**S
a2b1 Vs a3b1	0.92	0.638	s.
a2b1 Vs a3b2	0.75	0.638	s.
a2b1 Vs a3b3	1.17	0.638	**S
a2b1 Vs a3b4	0.58	0.638	n.s.
a2b2 Vs a2b3	0.08	0.638	n.s.
a2b2 Vs a2b4	1.08	0.638	**S
a2b2 Vs a3b1	0.92	0.638	s.
a2b2 Vs a3b2	0.75	0.638	s.
a2b2 Vs a3b3	1.17	0.638	**S
a2b2 Vs a3b4	0.58	0.638	n.s.
a2b3 Vs a2b4	1.16	0.638	**S
a2b3 Vs a3b1	0.84	0.638	s.
a2b3 Vs a3b2	1.67	0.638	s.
a2b3 Vs a3b3	1.09	0.638	**S
a2b3 Vs a3b4	0.50	0.638	n.s.
a2b4 Vs a3b1	2.00	0.638	**S
a2b4 Vs a3b2	1.83	0.638	**S
a2b4 Vs a3b3	2.25	0.638	**S
a2b4 Vs a3b4	1.66	0.638	**S
a3b1 Vs a3b2	0.17	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b3	0.25	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b4	0.34	0.638	n.s.
a3b2 Vs a3b3	0.42	0.638	n.s.
a3b2 Vs a3b4	0.17	0.638	n.s.
a3b3 Vs a3b4	0.59	0.638	n.s.

B) Atributo: Textura

CUADRO N°13: Cálculos para el Análisis de Varianza (ANVA) para el atributo textura.

Jueces \ Trat.	a ₁				a ₂				a ₃				TOTAL
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	B ₃	b ₄	
1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	36
2	3	3	3	4	3	2	1	5	3	2	3	3	35
3	3	2	3	4	4	3	3	4	3	2	1	4	36
4	3	3	2	5	3	3	2	5	3	3	2	4	38
5	3	3	2	4	3	3	3	4	3	3	3	3	37
6	3	2	2	4	3	2	3	3	2	2	1	4	31
7	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	38
8	2	2	1	3	3	3	2	4	3	3	3	4	33
9	3	2	3	3	3	3	2	4	3	1	3	5	35
10	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	1	3	32
11	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	4	38
12	3	2	3	4	3	3	2	4	3	3	3	4	37
TOTAL	34	31	29	45	37	34	30	49	34	30	29	46	426
X	3.83	2.58	2.42	3.75	3.08	2.83	2.5	3.92	2.83	2.5	2.42	3.83	

CUADRO N°14: Combinaciones de niveles de los factores A y B (atributo textura)

B \ A	a ₁	a ₂	a ₃	TOTAL	X
b ₁	34	37	34	105	35
b ₂	31	34	30	95	31.7
b ₃	29	30	29	88	29.3
b ₄	45	47	46	138	46
TOTAL	139	148	139		

CUADRO N°15: ANVA para los datos del CUADRO N°13

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc	F α
Bloques	11	5.25	0.4773	1.435	0.501 1.995 n.s.
Tratamientos	11	42.25	3.8409		
A	2	1.125	0.5625	1.6912	0.271 3.690 n.s.
B	3	40.81	13.603	40.8990	0.320 3.120 * * s
AB	6	0.315	0.525	0.1578	0.415 2.410 s
Error Exp.	121	40.25	0.3326		
TOTAL	143	87.75			

CUADRO N°16: Comparación y significancia para el nivel B (atributo textura)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
b ₁ v _s b ₂	3.3	1.01	s.
b ₁ v _s b ₃	5.7	1.01	s.
b ₁ v _s b ₄	11	1.01	* * s
b ₂ v _s b ₃	2.4	1.01	s
b ₂ v _s b ₄	14.3	1.01	* * s
b ₃ v _s b ₄	16.7	1.01	** s

CUADRO N°17: Comparación y significancia para la interacción AB (atributo textura)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₂	0.25	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₁ b ₃	0.41	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₁ b ₄	0.92	0.638	s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₁	0.25	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₂	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₃	0.33	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₂ b ₄	0.09	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₁	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₂	0.33	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₃	0.41	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ V _s a ₃ b ₄	1.00	0.638	* * s.
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₃	0.16	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₁ b ₄	1.17	0.638	* * s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₁	0.50	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₂	0.25	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₃	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₂ b ₄	1.34	0.638	* * s.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₁	0.25	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₃	0.16	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ V _s a ₃ b ₄	1.25	0.638	* * s
a ₁ b ₃ V _s a ₁ b ₄	1.33	0.638	* * s
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₁	0.66	0.638	s
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₂	0.41	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₃	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₂ b ₄	1.50	0.638	* * s
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₁	0.41	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₃	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ V _s a ₃ b ₄	1.41	0.638	* * s
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₁	0.67	0.638	s.
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₂	0.92	0.638	s.
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₃	1.25	0.638	* * s
a ₁ b ₄ V _s a ₂ b ₄	0.17	0.638	n.s.
a ₁ b ₄ V _s a ₃ b ₁	0.92	0.638	s.
a ₁ b ₄ V _s a ₃ b ₂	1.25	0.638	* * s

a1b4 Vs a3b3	1.33	0.638	* * S
a1b4 Vs a3b4	0.08	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b2	0.25	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b3	0.58	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b4	0.84	0.638	s.
a2b1 Vs a3b1	0.25	0.638	n.s.
a2b1 Vs a3b2	0.58	0.638	n.s.
a2b1 Vs a3b3	0.66	0.638	s.
a2b1 Vs a3b4	0.75	0.638	s.
a2b2 Vs a2b3	0.33	0.638	n.s.
a2b2 Vs a2b4	1.90	0.638	* * S
a2b2 Vs a3b1	0.00	0.638	n.s.
a2b2 Vs a3b2	0.33	0.638	n.s.
a2b2 Vs a3b3	0.41	0.638	n.s.
a2b2 Vs a3b4	1.00	0.638	* * S
a2b3 Vs a2b4	1.42	0.638	* * S
a2b3 Vs a3b1	0.33	0.638	n.s.
a2b3 Vs a3b2	0.00	0.638	n.s.
a2b3 Vs a3b3	0.08	0.638	n.s.
a2b3 Vs a3b4	1.33	0.638	* * S
a2b4 Vs a3b1	1.09	0.638	* * S
a2b4 Vs a3b2	1.42	0.638	* * S
a2b4 Vs a3b3	1.50	0.638	* * S
a2b4 Vs a3b4	0.09	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b2	0.33	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b3	0.41	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b4	1.00	0.638	* * S
a3b2 Vs a3b3	0.08	0.638	n.s.
a3b2 Vs a3b4	1.33	0.638	* * S
a3b3 Vs a3b4	1.41	0.638	* * S.

B) Atributo: Resistencia a la rotura**CUADRO N°18: Cálculos para el Análisis de Varianza (ANVA), para el atributo resistencia a la rotura**

Jueces \ Trat.	a ₁				a ₂				a ₃				TOTAL
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	
1	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	4	38
2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	39
3	2	3	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	38
4	2	2	3	2	3	3	2	4	4	3	3	4	35
5	3	3	2	3	3	3	3	5	4	4	3	4	40
6	3	2	2	2	3	3	3	4	4	5	4	4	39
7	2	2	2	2	3	2	3	4	4	4	3	5	36
8	2	2	2	2	3	3	3	5	4	3	3	5	37
9	2	2	2	2	3	3	3	3	4	2	3	4	33
10	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	39
11	3	2	3	3	3	3	3	5	4	3	4	5	41
12	2	2	2	3	3	2	3	4	3	4	3	5	36
TOTAL	30	29	31	30	36	34	35	49	45	40	41	51	451
X	2.5	2.42	2.58	2.5	3.0	2.83	2.92	4.08	3.75	3.33	3.42	4.25	

CUADRO N°19: Combinaciones de niveles de los factores A y B (atributo resistencia a la rotura)

B \ A	a ₁	a ₂	a ₃	TOTAL	X
b ₁	30	36	45	111	37.0
b ₂	29	34	40	103	34.3
b ₃	31	35	41	107	35.7
b ₄	30	49	51	130	43.3
TOTAL	120	154	177	451	
X	30.00	38.50	44.25		

CUADRO N°20: ANVA para los datos del CUADRO N°18

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc	F α
Bloques	11	4.74	0.431	1.502	0.501 n.s. 1.995
Tratamientos	11	53.07	4.824		
A	2	34.26	17.13	59.69	0.271 ** s. 3.690
B	3	11.91	3.97	13.83	0.320 ** s. 3.120
AB	6	6.9	1.15	4.01	0.415 n s. 2.410
Error Exp.	121	34.68	0.287		
TOTAL	143	92.49			

PRUEBA DE TUKEY**CUADRO N°21: Comparación y significancia para el nivel A (atributo resistencia a la rotura)**

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
a ₁ Vs a ₂	8.5	0.794	** s
a ₁ Vs a ₃	14.25	0.794	** s
a ₂ Vs a ₃	5.75	0.794	** s

CUADRO N°22: Comparación y significancia para la interacción B (atributo resistencia a la rotura)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
b ₁ Vs b ₂	2.7	1.01	S.
b ₁ Vs b ₃	1.3	1.01	S.
b ₁ Vs b ₄	6.3	1.01	* * S.
b ₂ Vs b ₃	1.4	1.01	S.
b ₂ Vs b ₄	9.00	1.01	* * S.
b ₃ Vs b ₄	7.6	1.01	* * S.

CUADRO N°23: Comparación y significancia para la interacción AB (atributo resistencia a la rotura)

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
a ₁ b ₁ Vs a ₁ b ₂	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₁ b ₃	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₁ b ₄	0.00	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₂ b ₁	0.50	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₂ b ₂	0.33	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₂ b ₃	0.42	0.638	n.s.
a ₁ b ₁ Vs a ₂ b ₄	1.58	0.638	* * S.
a ₁ b ₁ Vs a ₃ b ₁	1.25	0.638	* * S.
a ₁ b ₁ Vs a ₃ b ₂	0.83	0.638	S.
a ₁ b ₁ Vs a ₃ b ₃	0.92	0.638	S.
a ₁ b ₁ Vs a ₃ b ₄	1.75	0.638	* * S.
a ₁ b ₂ Vs a ₁ b ₃	0.16	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ Vs a ₁ b ₄	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ Vs a ₂ b ₁	0.58	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ Vs a ₂ b ₂	0.41	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ Vs a ₂ b ₃	0.50	0.638	n.s.
a ₁ b ₂ Vs a ₂ b ₄	1.66	0.638	* * S.
a ₁ b ₂ Vs a ₃ b ₁	1.33	0.638	* * S.
a ₁ b ₂ Vs a ₃ b ₂	0.91	0.638	S.
a ₁ b ₂ Vs a ₃ b ₃	1.00	0.638	S.
a ₁ b ₂ Vs a ₃ b ₄	1.83	0.638	* * S.
a ₁ b ₃ Vs a ₁ b ₄	0.08	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ Vs a ₂ b ₁	0.42	0.638	n.s.
a ₁ b ₃ Vs a ₂ b ₂	0.25	0.638	n.s.

a1b3 Vs a2b3	0.34	0.638	n.s.
a1b3 Vs a2b4	1.50	0.638	* * S
a1b3 Vs a3b1	1.17	0.638	* * S
a1b3 Vs a3b2	0.75	0.638	S.
a1b3 Vs a3b3	0.84	0.638	S.
a1b3 Vs a3b4	1.67	0.638	* * S
a1b4 Vs a2b1	0.50	0.638	n.s.
a1b4 Vs a2b2	0.33	0.638	n.s.
a1b4 Vs a2b3	0.42	0.638	n.s.
a1b4 Vs a2b4	1.58	0.638	* * S.
a1b4 Vs a3b1	1.25	0.638	* * S.
a1b4 Vs a3b2	0.83	0.638	S.
a1b4 Vs a3b3	0.92	0.638	S.
a1b4 Vs a3b4	1.75	0.638	* * S
a2b1 Vs a2b2	0.17	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b3	0.08	0.638	n.s.
a2b1 Vs a2b4	1.80	0.638	* * S
a2b1 Vs a3b1	0.75	0.638	S.
a2b1 Vs a3b2	0.33	0.638	n.s.
a2b1 Vs a3b3	0.42	0.638	n.s.
a2b1 Vs a3b4	1.25	0.638	* * S
a2b2 Vs a2b3	0.09	0.638	n.s.
a2b2 Vs a2b4	1.25	0.638	* * S.
a2b2 Vs a3b1	0.92	0.638	S.
a2b2 Vs a3b2	0.50	0.638	n.s.
a2b2 Vs a3b3	0.59	0.638	n.s.
a2b2 Vs a3b4	1.42	0.638	* * S
a2b3 Vs a2b4	1.16	0.638	* * S
a2b3 Vs a3b1	0.83	0.638	S.
a2b3 Vs a3b2	0.41	0.638	n.s.
a2b3 Vs a3b3	0.50	0.638	n.s.
a2b3 Vs a3b4	1.33	0.638	* * S
a2b4 Vs a3b1	0.33	0.638	n.s.
a2b4 Vs a3b2	0.75	0.638	S.
a2b4 Vs a3b3	0.66	0.638	S.
a2b4 Vs a3b4	0.17	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b2	0.42	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b3	0.33	0.638	n.s.
a3b1 Vs a3b4	0.50	0.638	n.s.
a3b2 Vs a3b3	0.09	0.638	n.s.
a3b2 Vs a3b4	0.92	0.638	S.
a3b3 Vs a3b4	0.83	0.638	S.

