UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO - MECÁNICO Y QUÍMICO DE LA FIBRA DEL RAMIO *(Boehmeria nivea)* PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN MARTÍN"

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

ROBERT ESCUDERO SALDAÑA

TARAPOTO - PERÚ
2,003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO - MECÁNICO Y QUÍMICO DE LA FIBRA DEL RAMIO (*Boehmeria nivea*) PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN MARTÍN"

PRESENTADO POR

ROBERT ESCUDERO SALDAÑA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

ING. MSc. Carlos Maldonado Tito Presidente	ING. MSc. Alejandro Cruz Rengifo Miembro
ING. Juan Salazar Dìaz Secretario	ING. MSc. Jaime Guerrero Marina. Asesor

TARAPOTO – PERU

2003

INDICE

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCIÒN

II. REVISIÒN DE LITERATURA

2.1 Constitución de los vegetales 19

2.1.1 Celulosa 19

2.1.2 Hemicelulosa 20

2.1.3 Lignina 21

2.1.4 Gomas 21

2.1.5 Mucílagos 22

2.1.6 Resinas 22

2.1.7 Componentes excepcionales estraíbles 22

2.2 Aspectos Generales del Ramio (Boehmeria nivea) 24

2.2.1 Taxonomía 24

2.2.2 Botánica 24

2.2.3 Clima y Suelos 25

2.2.4 Variedades 26

2.2.5 Propagación 26

2.2.6 Cosecha y Rendimiento 27

2.2.7 Obtención de la fibra 28

2.3 Fibras no maderables y Usos 29

a. Fibras de frutos 29

- Algodón 29
- Kapok 30
- Fibras de la cáscara de coco 30

b. Fibras Liberianas 30

- Fibra de linaza 30
- Cáñamo 31
- Yute 31
- Cáñamo de india 31
- Ramio 31

c. Fibras de Tallos 32

- Bagazo 32
- Bambú 33
- Esparto 33
- Carrizo 33

d. Fibras de Hojas 34

- Abacá 34
- Sisal y Henequén 34
- Caroa y Phormiun 35

e. Fibras Animales 35

f. Fibras Minerales 35

2.4 Propiedades de las Fibras Textiles 36

2.4.1 Finura 36

2.4.2 Longitud 36

2.4.3 Resistencia 36

2.4.4 Elásticidad 37

2.4.5 Cohesión 37

2.4.6 Color 37

2.4.7 Brillo 38

2.4.8 Durabilidad 38

2.4.9 Limpieza 38

2.4.10 Flexibilidad 39

2.4.11 Poder Conductor y Aislante 39

2.4.12 Higoscopicidad 39

2.5 Estructura y Acondicionamiento de las fibras textiles 40

III. MATERIALES Y MÉTODOS 42

3.1 Materiales 42

3.1.1 Lugar de Ejecución 42

3.1.2 Equipos, Materiales y Reactivos 43

3.2 Métodos 45

3.2.1 Obtenciòn de la Fibra del Ramio (Boehmeria nivea) 45

3.2.2 Análisis Químico 48

3.2.2.1 Determinación de Holocelulosa (ASTM – 1140) 53

3.2.2.2 Determinación de Hemicelulosa (ASTM – 1109 – 56) .. 54

3.2.2.3 Determinación de Celulosa (ASTM – D1103 – 60) 54

3.2.2.4 Determinación de Lignina (ASTM – D1102 – 56) 55

3.2.2.5 Determinación de Ceniza (ASTM - D1102 – 56) 56

3.2.3 Análisis Físico - Mecánico 56

3.2.3.1 Determinación de la humedad (ITINTEC – 1982) 56

3.2.3.2 Determinación de la Elásticidad (Mét del Dinanómetro) 56

3.2.3.3 Determinación de la Resistencia (Mét. Sist. Pressley) . 57

3.2.3.4 Determinación del Diámetro (Método del Lanámetro) . 57

3.2.3.5 Determinación de la Longitud (Con Peinador Suter) ... 57

IV. DISEÑO ESTADÍSTICO 58

V. RESULTADOS 59

5.1 Rendimientos de extraíbles 59

5.2 Componentes químicos estructurales 63

5.3 Propiedades Físico – Mecánico 70

VI. DISCUSIONES 76

VII. CONCLUSIONES 79

VIII. RECOMENDACIONES 81

IX. BIBLIOGRAFÍA 82

X. ANEXO 84

LISTA DE CUADROS

Nº	TITULO	Pág.
1.	Datos para obtención de extraíbles en solvente alcohol – benceno	85
2.	Datos para obtención de extraíbles en solvente alcohol	86
3.	Datos para obtención de extraíbles en solvente agua	87
4.	Datos para la determinación de humedad	88
5.	Datos para la determinación de lignina	89
6.	Datos para la determinación de ceniza	90
7.	Datos para la determinación de holocelulosa	91
8.	Datos para la determinación de celulosa	92
9.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_1B_1	95
10.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_1B_2	97
11.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_1B_3	99
12.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_2B_1	101
13.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_2B_2	103
14.	Datos para la determinación del diámetro – muestra A_2B_3	105
15.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_1B_1	106
16.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_1B_2	107
17.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_1B_3	108
18.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_2B_1	109
19.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_2B_2	110
20.	Datos para la determinación de longitud – muestra A_2B_3	111
21.	Determinación de elásticidad – Método Dinamómetro (2 meses)	112
22.	Determinación de elásticidad – Método Dinamómetro (4 meses)	112
23.	Resistencia a la rotura – Método Sistema Pressley	113

24. Cálculo para el Análisis de Varianza (ANVA) – Celulosa 114

25. ANVA para los datos del Cuadro Nº 24 114

26. Comparaciòn y Significancia para la concentración de celulosa 116

27. Cálculo para el Análisis de Varianza (ANVA) – Elásticidad 117

28. ANVA para los datos del Cuadro Nº 27 117

29. Comparaciòn y Significancia para la elásticidad 119

30. Cálculo para el Análisis de Varianza (ANVA) – Resistencia a la rotura 120

31. ANVA para los datos del Cuadro Nº 30 120

32. Comparaciòn y Significancia para la resistencia a la rotura 122

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	TITULO	Pág.
1.	Variación de comonentes extraíbles en muestras de 2 meses	61
2.	Variación de comonentes extraíbles en muestras de 4 meses	62
3.	Concentraciòn de celulosa en dos etapas de crecimiento	67
4.	Componentes químico estructurales en fibra de Ramio (2 meses)	68
5.	Componentes químico estructurales en fibra de Ramio (4 meses)	69
6.	Diámetro de la fibra del Ramio en dos etapas de crecimiento	72
7.	Longitud de fibra en dos etapas de crecimiento	73
8.	Resistencia a la rotura de la fibra en dos etapas de crecimiento	74
9.	Elásticidad de la fibra en dos etapas de crecimiento	75

LISTA DE FIGURAS

Nº	TITULO	pág.
1.	Flujograma para la obtención de la fibra textil del Ramio	28
2.	Planta de Ramio (***Boehmeria nivea***)	42
3.	Fibra de Ramio (***Boehmeria nivea***) de 2 y 4 meses de crecimiento con 15, 20 y 30 dísas de enriado	45
4.	Flujograma para la obtenciòn de la fibra del Ramio (experimental)	46
5.	Flujograma general para determinación de material lignocelulósico (holocelulosa, celulosa, lignina, extraíbles)	49
6.	Balance de materia en la determinación de material lignicelulósico (holocelulosa, celulosa, lignina, extraíbles)	50
7.	Flujograma para la determinación de ceniza	51
8.	Balance de materia en la determinación de ceniza	52

DEDICATORIA

A mis queridos padres:
Corsano Escudero Del Aguila
Zoila Rosa Saldaña Sánchez
Con amor y gratitud, por el esfuerzo brindado durante mis años de estudio, hoy hecho realidad.

A mis hermanos: Jans, Blanca Doriza, Socorro del Carmen, Betty Luz, Flor Ángel y Alex, por el gran apoyo brindado en los momentos difíciles de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Ingº Msc. Jaime Guerrero Marina por su asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Ingº Ángel Zarate Jefe del Laboratorio del Programa de Ovinos y Camélidos Americanos _ POCA – UNALM, por su apoyo incondicional en el presente trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado "Determinación de parámetros físico – mecánico y químico de la fibra del ramio (***Boehmeria nivea***) producidos en la Provincia de San Martín", se inició con la instalación de 200 m^2 de ramio en el I.S.T. Nor Oriental de la Selva – Banda de Shilcayo, ubicado a 300 msnm, temperatura promedio de 28° , humedad relativa 79% y precipitación pluvial anual de 1178 mm; asimismo los componentes químico y físico – mecánico se determinó en los laboratorios (ANACOMPA y TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial U.N.S.M. – Tarapoto y laboratorio del Programa de ovinos y camélidos americanos – UNALM Lima.

Cuyos objetivos fueron:

- Determinar los parámetros físico – mecánico y químico de la fibra del ramio (***Boehmeria nivea***) producidos en la provincia de San Martín.
- Evaluar los parámetros físico – mecánico y químico de la fibra del ramio en dos etapas de crecimiento y tres tiempos de enriado.
- Proponer el probable uso en la industria textil.

Se utilizaron dos muestras de ramio (***Boehmeria nivea***) de 2 y 4 meses de cosecha y 3 tratamientos de enriado (15, 20 y 30 días), siendo esta la materia prima usada para la obtención de la fibra. Adaptando al diseño en bloque completamente al azar.

Asimismo el ANVA mostró que existieron diferencias entre las muestras. Mediante la prueba de DUNCAN (0.05), la muestra A_2B_3 (de 4 meses de cosecha por 30 días de enriado), resultó ser la más óptima en contenido de celulosa (89.78%) y la muestra A_1B_1 (de 2 meses de cosecha por 15 días de enriado) presenta los resultados de diámetro 24.93µ, longitud 3.11 pulg. (78.99 mm), resistencia a la rotura 103.53 en 1000 lb/pulg^2 y elasticidad 109.00 gf., de la fibra siendo los más favorables.

Los componentes químico y físico – mecánico de:

Muestra de 2 meses son: celulosa 86.17%, hemicelulosa 9.09%, lignina 11.29%, extraíbles 4.91% y ceniza 1.89%. Sus propiedades físico – mecánicos: diámetro 26.24µ, longitud 2.92 pulg. (74.17 mm), resistencia a la rotura 97.66 en 1000lb/ pulg^2 y elasticidad 99.33 gf.

Muestra de 4 meses son: celulosa 88.88%, hemicelulosa 5.82%, lignina 11.9%, extraíbles 6.53% y ceniza 1.93%. Sus propiedades físico – mecánicos: diámetro 26.67µ, longitud 2.65 pulg. (67.31 mm), resistencia a la rotura 93.41 en 1000lb/ pulg^2 y elasticidad 94.00 gf.

Los resultados obtenidos de acuerdo a los análisis realizados se afirma que la mejor muestra es la de 2 meses de cosecha por 15 días de enriado, porque tiene las propiedades más apropiadas para la industria textil.

SUMMARY

The present paper work, titled "Determination of Physical – Mechanic and Chemical Parameters on Ramie Fiber (***Boehmeria nivea***) Cultivated in the Province San Martin" , it was begun firstly with the sowing of Ramie plant in area on 200 square meters in the I.S.T. NOR ORIENTAL DE LA SELVA – BANDA DE SHILCAYO, located at 300 meters on sea level, average temperature 28ºC, relative humidity 79% and annual rainy precipitation 1178 mm, as same as chemical and physical – mechanic components were determined in the laboratories of ANACOMPA AND TEPANAL OF AGRODINDUSTRIAL engineering faculty of SAN MARTIN NATIONAL UNIVERSITY – TARAPOTO and laboratory of POCA (AMERICAN SHEEP AND CAMEL PROGRAM), UNALM – LIMA.

Its objective were:

- To determine the Physical – Mechanic and Chemical parameters on ramie tiber (*Boehmeria nivea*) cultivated in the province San Martin.
- To evaluate the Physical – Mechanic and Chemical parameters on ramie fiber in two growth stages and three maceration times.
- To propose the probable use in the textile industry.

Two ramie samples (*Boehmeria nivea*) were used on 2 and 4 months ofo crop and 3 maceration treatments (15, 20 and 30 days), being this raw material used for obtainment of fiber, adapting to the design in Block Completely at Random as same as ANVA showed that had differences between themselves by means of DUNCAN'S Test (0.05), the sample A_2B_3 (with 4 months of crop by 30 days of maceration), being this the very best with content of cellulose (89.78%) and the sample A_1B_1 (with 2 months of crop by 15 days of maceration) presents as a result of diameter 24.93µ, length 3.11 inch

(78.99 mm), resistance to the fracture 103.53 per 1000 pound / square inch and elasticity 109.00 GF., fron fiber being these the very favorable.

The Chemical and Physical – Mechanic components on sample of 2 months are: Cellulose 86.17%, Hemicellulose 9.09%, Lignine 11.29%, Estractibles 4.91% and ashes 1.89%. Its Physical – Mechanic propertles: Diameter 26.24μ, Lengthe 2.92 inch (74.14 mm), Resistance to the Fracture 97.66 per 1000 pound / square inch and Elasticity 99.33 GF.

The sample on 4 months are: Cellulose 88.88%, Hemicellulose 5.82%, Lignine 11.9%, Extractibles 6.53% and ashes 1.93%. Its Physical – Mecchanic properties: Diameter 26.67μ, Length 2.65 inch (6l.31mm), Resistance to the Fracture 93.41 per 1000 pound /square inch and Elasticity 94.00 GF.

The results obtained in agreement to analysis realized was for the best sample on 2 months of crop by 15 days of maceration, decause this has properties most appropriate for the testile industry.

I. INTRODUCCIÓN

El Hombre en sus orígenes utilizó las pieles de animales para protegerse de los rigores del clima. En la medida que las civilizaciones fueron desarrollándose, se dispuso cada vez, de métodos avanzados de protección contra las inclemencias del clima; es así como las pieles y otras fueron perdiendo su utilidad primitiva y se convirtieron en artículos de lujo y en símbolo de riqueza.

Miles de fibras de distinto origen fueron ensayados y solo unas pocas lograron aceptación universal; algunas no tuvieron suficiente longitud, pero otras suficiente resistencia; así mismo, existen fibras que poseen ambas propiedades.

Las fibras de utilidad en la industria textil, son aquellas que poseen suficiente longitud y resistencia como para permitir la construcción de un hilado mediante la torsión.

La Región San Martín, tiene una población aproximada de 765840 habitantes, lo que significa que existe un gran potencial de requerimientos de fibras para la producción de telas para vestidos, alfombras, cordeles de hilo, etc.

Desde tiempos ancestrales, el aporte a la solución de estas necesidades sólo estuvo basado en mayor proporción por las fibras vegetales, especialmente por el algodón y ramio, y en menor proporción por fibras de animales (Ovejas, Llamas, Camello, Conejos, etc) y también por fibras sintéticas como el Lino, Rayón, Nylon, Poliéster, etc.

El Ramio (***Boehmeria nivea***) se ha utilizado en China durante miles de años, y es similar al lino, su color es blanco puro; asimismo, tiene un lustre semejante a la seda, alta resistencia a la putrefacción, mohos y microorganismos.

El cultivo del ramio (***Boehmeria nivea***) en la zona de San Martín ha encontrado suelos óptimos para su desarrollo, el cual podría constituirse en un cultivo alternativo, pero que requiere de estudio técnicos en nuestras condiciones para su mayor aceptación por los pobladores.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación propone realizar estudio técnico en el ramio (***Boehmeria nivea***), a fin de determinar los parámetros químicos y físicos de la fibra con la finalidad de conocer sus propiedades textiles, bajo condiciones ambientales de la zona de Tarapoto, Región San Martín.

OBJETIVOS

- Determinar los parámetros físico – mecánico y químico de la fibra del ramio (*Boehmeria nivea*) producidos en la provincia de San Martín.
- Evaluar los parámetros físico – mecánico y químico de la fibra del ramio en dos etapas de crecimiento y tres tiempos de enriado.
- Proponer el probable uso en la industria textil.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONSTITUCIÓN DE LOS VEGETALES

VIAN (1980), menciona que todos los vegetales y en especial los leñosos están constituidos a parte del agua por dos tipos de sustancias: celulosa y lignina, el porcentaje total de ambos en la planta es variable alrededor de 90%, distribuyéndose el resto entre grasas, resinas, ceras, sustancias minerales y otros.

Los constituyentes de la planta, se pueden separar por extracciones sucesivas con diversos disolventes, así se solubilizan con éter: grasas, cenizas, resinas, aceites esenciales; con agua a ebullición: agua, pectinas, gomas, taninos, azúcares; con álcali: lignina y celulosa.

2.1.1 CELULOSA

VIAN (1980), La celulosa, compuesto de mayor peso molecular de todos los polisacáridos naturales conocidos, con su carácter macromolecular, es la estructura fibrosa y constituye los tejidos de sostén del vegetal.

La fracción celulósica aislada, se la trata con disolución de sosa cáustica al 17.5% y a 20 °C, se solubiliza parcialmente, quedando un resto insoluble que es la alfa celulosa, llamado también celulosa noble.

Las celulosas α,β y γ sólo se diferencian por el fraccionamiento que experimenta la molécula al tratar con una solución de hidróxido sódico al 17.5% y a la temperatura ambiente. La α-celulosa es la fracción que permanece sin disolver.

La β-celulosa se disuelve, pero puede precipitar acidificando la solución alcalina, mientras que la celulosa permanece en solución. Estas diferencias se deben a las variaciones en la longitud de la cadena molecular, y así como en la inclusión de hemicelulosa con la xilana. El algodón es el más rico en celulosa, siguiéndole en importancia el lino, que contiene del 80 al 90%, el cáñamo el 65%, el yute del 60 al 70% y el ramio el 85%. Las fibras de hoja, como las del abacá, plátano y sisal, contienen del 50 al 70% de celulosa.

2.1.2 HEMICELULOSA

CASEY (1978), manifiesta que la celulosa y la lignina de las paredes celulares de la planta están estrechamente interpenetradas por una mezcla de polisacáridos denominados hemicelulosas. Schelze en 1891, sugirió originalmente el nombre de hemicelulosa, para designar a los polisacáridos extraíbles de las plantas mediante álcali acuoso. Las hemicelulosas son sustancias insolubles en agua, solubles en álcali, y se hidrolizan fácilmente en ácidos. Estructuralmente se difieren de la celulosa en que son ramificadas y tienen un peso molecular mucho más bajo.

RAFOLS (1985), también manifiesta que estos polisacáridos se encuentran en las plantas asociados con la celulosa, se difieren porque son solubles en soluciones alcalinas.

LIBBY (1980), las hemicelulosas se pueden separarse de la holocelulosa por medio de un tratamiento con una solución acuosa de hidróxido de sodio o de potasio. Al efectuar dicha separación es

importante establecer con precisión que álcali y que concentración alcalina se emplearon y mencionar las condiciones exactas de temperatura, tiempo de contacto con la holocelulosa.

Mientras que la celulosa puede tener un grado de polimerización de varios miles o más, el grado de polimerización de las hemicelulosas extraídas es por lo general, de aproximadamente 150±30. Los ácidos minerales diluidos en caliente, atacan a la celulosa con lentitud relativa, aunque hidrolizan a las hemicelulosas con bastante rapidez para formar los monosacáridos y los ácidos aldobiurónicos.

2.1.3 LIGNINA

VIAN (1980), es un polímero no lineal, es el agente que a modo de cemento aglomera aquellas fibras y fija su posición. L a estructura de este constituyente aún no está totalmente identificada, aunque se sabe que las unidades fundamentales están formadas por un grupo propilo de constitución variable unidos de guayacohilo, piperonilo o siringilo. LIBBY (1980), indica que las ligninas aisladas son polvos amorfas, de color café, con propiedades físicas que algunas veces varían ampliamente, dependiendo del método usado para prepararlos.

2.1.4 GOMAS

HILL (1965), manifiesta que éstos proceden de la destrucción de la celulosa o de otros hidratos de carbono, y están formados por un ácido orgánico combinado con sales inorgánicas. Favorecen la retención de agua por las plantas y son como sustancias de reservas.

2.1.5 MUCÍLAGOS

HILL (1965), están estrechamente relacionados con las gomas, están ampliamente distribuidos en el mundo vegetal; a menudo se halla asociado con la célula en las membranas celulares.

2.1.6 RESINAS

Las definen como sustancias complejas que derivan probablemente de los carbohidratos, que se segregan en glándulas o canales, a menudo van asociado a los aceites esenciales y las gomas. Son insolubles en agua, HILL (1965).

2.1.7 COMPONENTES OCASIONALES EXTRAIBLES

Según CARMONA, C. (1995), 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 ellas se encuentran:

- Orgánicos

Las sustancias removidas total o parcialmente como los terpenos y derivados (grasas, ceras, ácidos grasos y alcoholes), mediante la acción de los solventes benceno, eter y cloroformo; como también los polifenoles simples y sus glucócidos, taninos y sus azúcares por la acción del alcohol y acetona. Asimismo los disacáridos, almidones, gomas, pectinas, taninos y mucílagos son removidos por la acción del agua fría o caliente.

- 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 a nivel de trazas. La composición de la ceniza depende de la ubicación de la muestra en el árbol y del suelo en el cual crece éste.

2.2 ASPECTOS GENERALES DEL RAMIO (*Boehmeria nivea*)

2.2.1 TAXONOMIA

Según MEDINA (1958), el ramio presenta la siguiente clasificación taxonómica:

División.....Embryophyta siphonogama

Sub-división.....Angiosperma

Clase.....Dicotyledoneae

Orden.....Urticales

Familia.....Urticaceae

Género.....*Boehmeria*

Especie.....*B. nivea*

Nombre Común.....Ramio

2.2.2 BOTÁNICA

RODRÍGUEZ (1990) y TERRANOVA (1995), manifiestan que el ramio es una planta perenne, herbáceo, sin ramificaciones, de tallo delgado, con alturas variables de 1 a 3 m y diámetro de 7 a 12 mm. Las hojas son anchas ovaladas, bruscamente acuminadas de borde dentado y largos pecíolos. Las inflorescencias son panículas axilares monoicas, unisexuales. Las flores son muy pequeñas de color blanco. La semilla es muy pequeña de pobrísima viabilidad.

Este mismo autor, indica que el ramio es de rápido crecimiento, cuyos rizomas rebrotan vigorosamente después que los tallos son cosechados. Es un cultivo de doble propósito que provee fibra (de la

corteza de los tallos) y forraje (de las hojas). La fibra de extraordinarias propiedades, es larga (20 – 40 cm), durable, lustrosa y fuerte, con un fuerza de tensión comparable a las mejores fibras como Algodón, Cáñamo, Lino, etc.

Las hojas constituyen un excelente forraje de poco contenido de fibra y alto en proteínas (20%), minerales y caroteno. Su valor nutritivo es como de la alfalfa; puede ser usado fresco, ensilado y como heno o harinas, para concentrados.

2.2.3 CLIMA Y SUELOS

RODRÍGUEZ N. (1990), expresa que el ramio tiene grandes perspectivas para convertirse en un cultivo de alta rentabilidad para zonas tropicales y subtropicales. Pueden crecer bajo diferentes condiciones climáticas, para cosechas rentables requiere temperaturas altas y constantes (24 – 27 °C), atmósfera húmeda y lluvias anuales bien distribuidas de por lo menos 1000 mm. El riego es necesario durante períodos de sequía prolongada. Requiere suelos de buen drenaje y de buena fertilidad natural. Para mantener plantas vigorosas después de la cosecha, es necesario una buena fertilización. El Centro Regional de Ayuda Técnica (1965), menciona que el ramio no es una planta tropical, pero sí una planta de climas cálidos, y crece mejor en suelos arenosos y fértiles que no están sujetos a sequías.

TERRANOVA (1995), que el cultivo del ramio requiere temperaturas entre 15 y 28 ° C, se cultiva en terrenos francos, francoarcillosos y

arcillosos, también en suelos de aluvión con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje, con un pH de aproximadamente de 6.

2.2.4 VARIEDADES.

RODRÍGUEZ N. (1990), indica, que las variedades cultivadas del ramio, son relativamente poco numerosas. Algunas son mejores adaptadas a los períodos de frío, otras a seca, unas son más productivas en suelos arcillosos que arenosos. Las variedades también difieren en relación a las características de resistencia, fineza e uniformidad de fibra, las cuales también pueden ser influenciadas por las condiciones ambientales. TERRANOVA (1995), el ramio blanco y el ramio verde, ambos del género urtica, son variedades comunes en Europa. Se conoce la variedad japonesa Murakami, de alta producción, muy precoz y con un contenido de 4 a 6 % de fibra de excelente cualidades físicas.

2.2.5 PROPAGACIÓN

Estudios realizados por RODRÍGUEZ N (1990), menciona que el ramio se siembra por trozas de rizomas, de 10 – 15 cm de largo y que tenga cuatro yemas. El distanciamiento puede ser de 0,5 m entre plantas y 1,0 m entre surcos. Se planta generalmente a mano, pero también se pude utilizar máquinas semejantes a la que se usan para la siembra de caña de azúcar. Requiere de pocos deshierbas, excepto hasta que la planta produzca suficiente sombra para eliminar las malas hierbas.

TERRANOVA (1995), indica que el ramio puede propagarse por rizomas, por estacas o por semillas; la mejor es por rizomas, cuando se hacen por semillas la planta se degenera. Cuando se hacen por estacas, estás deben tener 30 cm de longitud.

2.2.6 COSECHA Y RENDIMIENTO

TERRANOVA (1995), señala que el primer corte (60 – 90 días), debe desecharse y considerarse como de uniformidad. El ramio, manejado cuidadosamente, se puede obtener rendimientos productivos durante 10 o más años. Bajo condiciones favorables de clima y suelo, se puede hacer cortes cada 50 a 60 días, es decir 6 cosechas al año; que puede dar una producción anual de 1,7 a 2,0 TM. De fibra cruda (con gomas) por hectárea en campos bien establecidos. TERRANOVA (1995),menciona que el mejor rendimiento en fibra se obtiene a los 60 días, pero se puede cortar hasta los 90 días. Si el corte se demora más se producen dificultades en el desfibrado y fibras de mala calidad.

2.2.7 OBTENCIÓN DE LA FIBRA

Rodríguez (1990), señala que la planta madura se cosecha cortando los tallos a mano y/o máquina, en esta forma se aprovecha la longitud total de los tallos y se obtiene fibras más largas. Las operaciones de obtención son las siguientes:

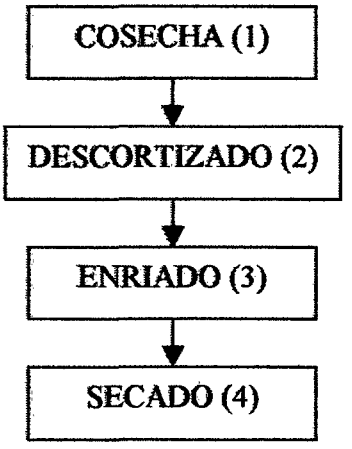


Figura Nº 01: Flujograma para la obtención de fibra textil de ramio (***Boehmeria nivea***).

1. **Cosecha**. Generalmente las puntas y las hojas de la planta son removidas y pueden usarse como forraje.
2. **Descortezado**. Consiste en separar el atado de la fibra del tallo, para luego someterlo al enriado.
3. **Enriado**. Consiste en someter a la fibra en agua estancada (Depósito con agua), por un período . Se sujeta los manojos con tablas o piedras para que no emerjan del agua a consecuencia de la fermentación y de los gases producidos.
4. **Secado**. Consiste en secar las fibras obtenidas al sol o también en estufas secadoras.

TERRANOVA (1995), Para el beneficio del ramio se realizan procesos de descortezamiento y desgomado. Para el desgomado del ramio se aplica una solución de álcali relativamente débil, con algún jabón o detergente, esta operación se realiza en ollas de cocción o en ollas de presión, después se aplica un suavizador para facilitar el desenredo de las fibras cuando se les peina y demás procesos de hilandería, luego se procede a secado al aire.

El Centro Regional de Ayuda Técnica (1965), la fibra se prepara de los tallos verdes recién cortados, después del corte, la fibra se limpia tan pronto como sea posible para evitar de este modo la solidificación de las materias gomosas que se encuentran reunidas en ellas.

2.3 FIBRAS VEGETALES NO MADERABLES Y USOS

Se denominan fibras textiles las fibras naturales o artificiales con las que se pueden obtener hilados, tejidos, mallas, cuerdas y otras manufacturas semejantes, LASCHERAS (1981).

LIBBY (1980), clasifica las diferentes fibras en:

a. Fibras de Frutos

- **Algodón**

Es una célula sencilla en forma de filamento, aplanada y torcida si está completamente madura. Las fibras forman una cubierta de la semilla del algodón y se separan de las mismas durante el despepitado. Su longitud varía de 12 a 33 mm y su diámetro varía de 16 a 21 μ, las paredes de las fibras maduras son delgadas. Los linters son fibras

bastante cortas(menos de 4 a 5 mm), que se separan de la semilla después del despepitado por medio de máquinas cortadoras. Se usan en la producción de celulosa química y materiales de ella derivados, así como en la fabricación del papel.

- **Kapok**

La obtención es a partir de las vainas recogidas del árbol del Kapok, se usa como material para cojines salvavidas y colchones. Los desperdicios se emplean en la fabricación del papel. Las fibras son de 10 a 30 mm de largo y de 20 a 45 μ de ancho.

- **Fibra de la Cáscara del Coco**

La obtención es a partir de la cáscara del fruto del coco (filamentos). Se usa como cerda para cepillos y material para esteras, hilados, cables y cordeles. La fibra individual tiene una longitud de 0.4 a 1.0 mm, una anchura de 12 a 24 μ y un espesor de pared de aproximadamente un tercio del diámetro celular.

b. Fibras Liberianas

Son usadas en la industria papelera y se obtienen a partir de la porción exterior o líber, del tallo de las plantas dicotiledóneas.

- **Fibra de Linaza**

Se obtiene enriando los hilos fibrosos de la parte exterior del tallo. La fibra, en forma de recortes textiles o fragmentos, se usan en la fabricación de papeles finos de escritura, papel carbón y papel moneda. La fibra individual tiene una longitud de 6 a 60 mm (

promedio 25 mm) y una anchura de 12 a 26 μ . Las fibras tienen paredes gruesas con regiones engrosadas o nudos, a determinados intervalos.

- **Cáñamo**

ROBLES (1989), es una planta herbácea anual, de tallo erguido y delgado que puede alcanzar de 1 a 3 metros de longitud y de 4 a 20 mm de diámetro. El tallo ideal para la producción de fibra mide cerca de 5 mm de diámetro y 2 metros de longitud. RAFOLS (1985), indica que las fibras de cáñamo se usan en la industria textil y los desperdicios en la industria del papel, cordelería, etc.

- **Yute**

El yute es un líber suave, multicelular, de fibras largas que se obtienen de las capas corticales que envuelven el tallo leñoso. ROBLES (1989), RAFOLS (1985), que por su dureza y durabilidad se usa como pulpa Kraft en calidades de papel, usos en la industria del vestido. La fibra se puede blanquear hasta un ligero color amarillo, por la presencia del complejo de lignina, lo mismo que limita su uso.

- **Cáñamo de India**

Esta fibra tiene una longitud de 4 a 12 mm (promedio 8 mm) y una anchura de 13 a 50 μ. Se ha empleado como relleno en papeles hechos con fibra de cables.

- **Ramio**

Link (1949), indica que el ramio tiene muchas características para una

planta textil natural. Una resistencia a la tensión considerablemente alta, en la cual las fibras presentan elasticidad, cuya capacidad de absorción es extremadamente rápida y resistente a su descomposición cuando se ha desgarrado en forma apropiada.

Así mismo, con la fibra del ramio se puede manufacturar por lo general todos los productos que se hace con algodón, lino, cáñamo o seda; como: Alfombras, telas para vestidos, telas para tapicería, bolsas para proteger armas de fuego, maletas, cables, cordeles de hilo, telas para navegación, lonas impermeables, redes para pescar, bandas industriales, tuberías para incendios y otros.

El Ramio puede ser mezclado e hilado con lanas o fibras sintéticas, lo cual aumenta su potencial en la industrial textil; la fibra del Ramio mejora la habilidad de los sintéticos para "respirar" (Absorbe y libera humedad rápidamente). Estas mezclas, son ideales para vestidos tropicales tales como uniformes para el uso y lavado constante, Link (1949).

ROBLES (1989), manifiesta que para la obtención de las fibras los tallos deben medir de 1 a 2 metros de longitud y de 10 a 20 mm de diámetro.

c. Fibras de Tallos

- **Bagazo**

Constituido por tallos aplastados de la caña de azúcar después de la extracción del jugo. Se ha empleado por varias décadas como materia prima para una gran variedad de productos aislantes y de tablas duras

para la industria de la construcción. La fibra, separado de las células de parénquima, puede utilizarse para la producción de pulpas químicas para papeles de escritura y otros papeles que requieren buena formación, opacidad. Las fibras tienen una longitud de 0.8 a 2.8 mm y su anchura de 10 a 34 μ.

- **Bambú**

En la India se producen más de 200 mil toneladas de pulpa de bambú, las cuales se emplean en papeles de escritura, de impresión, de seguridad para documentos. La fibras son de 1.5 a 4.4 mm de largo y de 7 a 27 μ de anchura. Las fibras muy anchas, con punteaduras de pared delgada, tienen de 2.8 a 3.2 mm de longitud y de 20 a 40 μ de ancho.

- **Esparto**

La fibra se emplea en la fabricación del papel en la Gran Bretaña y en otros países de la zona del Mediterráneo. La fibra parece especialmente apropiado para la manufactura de papeles de alta calidad para libros y de mediana calidad para impresión en general.

- **Carrizo**

Para producir pulpa se han ensayado carrizos comunes que pertenecen a la familia de las gramíneas y que crecen en los pantanos o en las orillas de los lagos, así como en las riberas de los ríos. La caña gigante (arundo donax) se transforma en pulpa, en Italia y Argentina y otras variedades se han considerado favorablemente y se usan en Rumania, Bulgaria y Rusia.

d. Fibras de Hojas

La industria textil y cordelera, ha usado por mucho tiempo hilos de fibras de las hojas de ciertas plantas como abacá, sisal y henequén. Estos hilos se obtienen raspando, a mano o en máquina.

- **Abacá**

Esta fibra es empleada en la industria del papel, estos papeles incluyen sacos para harina y para alimento de ganado, papeles para aislamiento eléctrico, para lija, empaquetaduras y papeles duplicadores.

ROBLES (1989),es una especie allegada al plátano corriente con el cual tienen gran parecido. Estos presentan troncos falsos de 15 a 30 cm de diámetro que en realidad no son más que un conjunto de vainas o pecíolos ensanchados.

- **Sisal y Henequén**

Las fibras de sisal tienen de 1.5 a 4.0 mm de largo y de 20 a 32 μ de anchura. El henequén es una especie íntimamente relacionada al sisal, con dimensiones de fibras y propiedades muy similares entre ambas. Se usa en la obtención de cordeles, hilos de engavillar, fabricación de costales de gran resistencia y las fibras que quedan en el bagazo se emplean para el relleno de muebles. Del bagazo se pueden extraer ceras y grasas 5 ó 6%, como también ácido acético, carbón vegetal y alquitrán.

- **Caroa y Phormiun**

De uso en la fabricación del papel. La coroa crece en el Brasil y ahí se utiliza principalmente para papeles ligeros. La fibra tiene una longitud de 2 a 6 mm y un diámetro de 8 a 12 μ y la fibra de phormiun es nativa de Nueva Zelanda, se usa en mezcla con pulpa Kraft. La fibra tiene de 5 a 15 mm de largo y de 10 a 20 μ.

e. Fibras Animales

En ciertos campos de la industria del papel, tal como los papeles saturados y calidades especiales de cartón, se encuentran fibras animales en forma de seda, lana y algunos hilos especiales. Dado que la fibra de lana se emplea en la manufactura de los filtros para las máquinas de papel.

f. Fibras Minerales

ROBLES (1989), Las fibras de asbesto se han usado por muchos años en la fabricación de papel no combustibles. Estas fibras se fracturan fácilmente, de modo que es imposible efectuar mediciones exactas de su longitud y anchura.

Las fibras de vidrio son bastante resistentes al calor, a los agentes químicos y a la acción bacteriana. Estas fibras pueden fabricarse en diámetros controlados, tan pequeño como 0.2 μ La mayor dificultad para usar fibras de vidrio en papel, es la ausencia de adhesividad de fibra a fibra.

2.4 PROPIEDADES DE LAS FIBRAS TEXTILES

2.4.1 Finura

Es el espesor de las fibras que se mide con el micrómetro aplicado al microscopio. Junto con la longitud determinan el destino de la materia prima; cuanto más fina tanto más valioso es el producto resultante. Por lo tanto para trabajos científicos – técnicos se recomienda efectuar por lo menos 50 mediciones, con el objeto de establecer un promedio de finura de una partida. La finura se indica en micrones (1/1000 parte del mm., Indicada por la letra griega μ). LINK (1949).

2.4.2 Longitud

Propiedad que determina el valor de una fibra, porque junto con la finura indica la amplitud de la materia para la fabricación de hilos finos. Para un hilado continuo es imprescindible que sus componentes, o sea las fibras individuales, tengan una longitud considerable en relación a su espesor.

LASCHERAS (1981), indica que las fibras del ramio son unicelulares de sección elíptica muy alargada, y su longitud varía de 50 a 300 mm, con un diámetro máximo de 80 a 100 micras. Químicamente esta compuesto por 99 % de celulosa.

2.4.3 Resistencia

La resistencia va acompañada con la elasticidad, por lo general a mayor resistencia corresponde mayor elasticidad. La resistencia de las fibras textiles es sumamente variable y no lleva relación alguna con su finura, las fibras entre sí de un textil determinado tienen diámetros

distintos. La resistencia depende también del grado de maduración en la época de cosecha de una planta. LINK (1949).

2.4.4 Elasticidad

Esta propiedad se refiere a la facilidad con que las fibras pueden ser estiradas y arrolladas las unas alrededor de otras en la hilandería. En las máquinas hiladoras las fibras están constantemente sometidas a estirajes o tracciones, que deben soportar sin romperse, volviendo luego a su longitud; cuanto más rígida es una fibra tanto menos sirve para fines textiles. LINK(1949)

2.4.5 Cohesión

Propiedad esencial de la fibra textil, que se refiere a la adhesión o coherencia de las fibras unas a otras, al hilarlas en un hilado.

La superficie de la lana es denticulada por la formación de la cutícula, al torcer la fibra estos dientes se enganchan al punto tal que es difícil separar las fibras. El algodón presenta también una superficie irregular que se manifiesta en los espirales de las fibras; es así que éstas se entrelazan en la hilandería, impidiendo una descomposición del hilado al someterlo a la tracción. LINK (1949).

2.4.6 Color

Si bien la naturaleza presenta la mayor parte de las fibras como blancas, claras u opacas, su tonalidad suele variar entre lo blanquecino, amarillento, grisáceo, parduzco, rojizo o verdoso.

En el proceso de obtención o fabricación suele mejorarse el color, que

para fines especiales torna enteramente blanco por el blanqueo, o desaparece del todo por el teñido. Link (1949).

2.4.7 Brillo

Esta propiedad no es esencial para el valor industrial de la fibra. La seda natural, el rayón, el algodón mercerizado, el ramio y algunas lanas y pelos largos la ostentan; por ello estas fibras pueden ser utilizadas para una gran variedad de hermosos efectos.

El brillo proviene de la presentación de la cutícula; cuando esta es espirilada como en el algodón o escamosa como en la lana, las fibras son mates u opacas, por que absorben la luz; en cambio, cuando la cutícula es liza, la luz se refleja sobre ellas.

2.4.8 Durabilidad

Esta cualidad se refiere a la vida que tienen los artículos hechos de fibras textiles. Los hilados, hilos, sogas, cordeles y géneros de toda clase, deben resistir sin desmejorarse visiblemente, al desgaste común a que están sometidos en el uso.

La exposición directa al sol, la lluvia, los cambios atmosféricos, la tensión, la fricción, el desuso, la acción de sustancias químicas, el vapor, la humedad, etc. influyen en la durabilidad de los textiles en uso. LINK (1949).

2.4.9 Limpieza

Todas las fibras naturales que llegan al mercado, contienen cierta cantidad de impurezas o materias extrañas que la contaminan, éstas deben ser eliminadas antes de proceder a su manufactura. La fibras

largas son las más puras, porque los procesos de obtención tienen por fin no sólo separar las fibras, sino también alejar todas los impurezas extrañas.

2.4.10 Flexibilidad

Entre las fibras vegetales, el algodón y hasta cierto punto la lana pueden doblarse sin romper, de modo que son flexibles. Estas dos primeras hebras son suaves y se dejan hilar mucho mejor que las fibras rígidas. La flexibilidad varía según el estado higrométrico de la fibra y según la temperatura a la cual está sometida. LINK (1949)

2.4.11 Poder conductor y aislante

La lana es el peor conductor del calor entre las fibras textiles, es por eso que abriga más que ellas; la sigue la seda, el algodón y las demás fibras. El rayón, nylon y vinyon son buenos conductores, de manera que su contacto con el cuero causa una sensación de frío.

El algodón, entre todas las fibras es el peor conductor de la electricidad, por eso se le emplea como material aislante. Sin embargo para tal fin se lo mezcla con caucho, resina, parafina u otro material impermeable, con el objeto de impedir que la humedad atmosférica altere sus condiciones. LINK (1949).

2.4.12 Higroscopicidad

Es la cualidad que permite a las fibras la absorción de agua, ésta es necesaria para su elasticidad, pues una fibra perfectamente seca se romperá o se electrificaría en el estiramiento o por el roce de los cilindros.

Gracias a su composición multicelular la lana es la fibra más higroscópica, en las hilanderías del algodón suelen instalar plantas de humidificación para mantener el grado higroscópico de las fibras. Por esta propiedad, las fibras pueden absorber líquidos y soluciones, pudiendo teñirlas y blanquearlas con facilidad, sin el poder del teñido y de blanqueo las fibras tendrían un uso muy limitado para textiles. Según lo indicado por Link (1949).

2.5 ESTRUCTURA Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS FIBRAS TEXTILES

HILL (1965), menciona que la molécula de célula tiene numerosos grupos oxidrilo con fuerte tendencia hacia la unión de hidrógeno con el oxidrilo de moléculas adyacentes. Esta tendencia, en conjunto con la estructura molecular es responsable de la insolubilidad de la celulosa en agua, en contraste con su isómero, el almidón y también de la tendencia que la celulosa tiene a formar áreas cristalinas. Se ha demostrado que en el algodón, esta formación de fibrillas cristalinas es un proceso periódico que ocurre durante el día, alternándose con los periodos nocturnos cuando se forman las zonas fibrosas menos organizadas.

Link (1949) manifiesta que, todo textil, en cualquier estado que se encuentre, puede absorber o expedir humedad, cuya presencia mayor de la requerida varía y hasta daña su calidad. La lana es la más hidrófila entre las fibras, debido a su composición multicelular, puede absorber hasta el 30% de humedad sin alterar sus propiedades intrínsecas, las demás fibras cambian también su peso, si se les almacena en locales húmedos, se les expone a lluvias o sin escrúpulo se les adiciona agua.

En 1842, se establecieron por primera vez las bases del sistema aún en vigor, para verificar el estado higrométrico medio de una partida, recabando muestras de la misma. Estas son pesadas, luego secadas en una estufa especial hasta la eliminación perfecta de todo vestigio de humedad, la diferencia entre las dos pesadas, muestra inicial y secada, indica la cantidad de agua contenida. La resistencia, elasticidad, flexibilidad y suavidad de los textiles requieren la presencia de humedad en las fibras, durante toda la manufactura, sin ellas las mismas sufrirían constante roturas y arrojarían mucho desperdicio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se realizó la siembra en dos (2) parcelas experimentales en terrenos del Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva, distrito de la Banda de Shilcayo, Región San Martín; con la finalidad de obtener fibra cruda (en verde) en los siguientes momentos de cosecha:

- A los 60 días de la siembra.
- A los 120 días de la siembra.

Figura Nº 02: Planta de ramio ***Boehmeria nivea***

Los análisis físico – mecánico y químico se desarrollaron en los Laboratorios de Análisis de Composición de Alimentos y No Alimentos, de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM. Asimismo se utilizó el Laboratorio del Programa de Ovinos y Camélidos Americanos (POCA) y del Programa de Algodón de la UNALM, para la determinación de las características físico – mecánico.

3.1.2 Equipos, Materiales y Reactivos

Equipos:

- Soxhlet
- Baño maría, marca Memmert, tipo W-350, temperatura máxima 100°C. Germany
- Cronómetro
- Mufla, marca Thermolyne 1300, modelo FD1520M-1,temperatura máxima 1200°C U.S.A.
- Balanza digital - analizador de humedad , marca Denver Instrument Company, AA-200, capacidad 210 g, exactitud 0.1 mg. U.S.A.
- Balanza de precisión, marca sartorius CMBH GOTTIGEN, made in Germany
- Micrótomo de ardí, marca Reichert – Jung, D-6907 Nubloch bei Heidelberg. West Germany
- Micro proyector, CAUTION. ELMO HP – L14, made in Japan
- Dinamómetro, marca OHAUS, SCALE CORP, PARK N.J. U.S.A.
- Equipo de sistema Pressley -HEIGHT INSTRUMENT VOLUME, (equipo de alto volumen – HVI) sistema 900.

Materiales:

- Materiales de Vidrio Diversos
- Soporte universal
- Cocina eléctrica, marca Fisher, modelo 200M
- Campana desecadora, marca Glaswern werthein
- Cuchillas de hoja fina
- Regla milimétrica
- Baguetas de vidrio
- Papel filtro whatman n° 3
- Crisoles de porcelana
- Cuchillas
- Peinador suter
- Formato de medición
- Sobre para tomas de las muestras peinadas

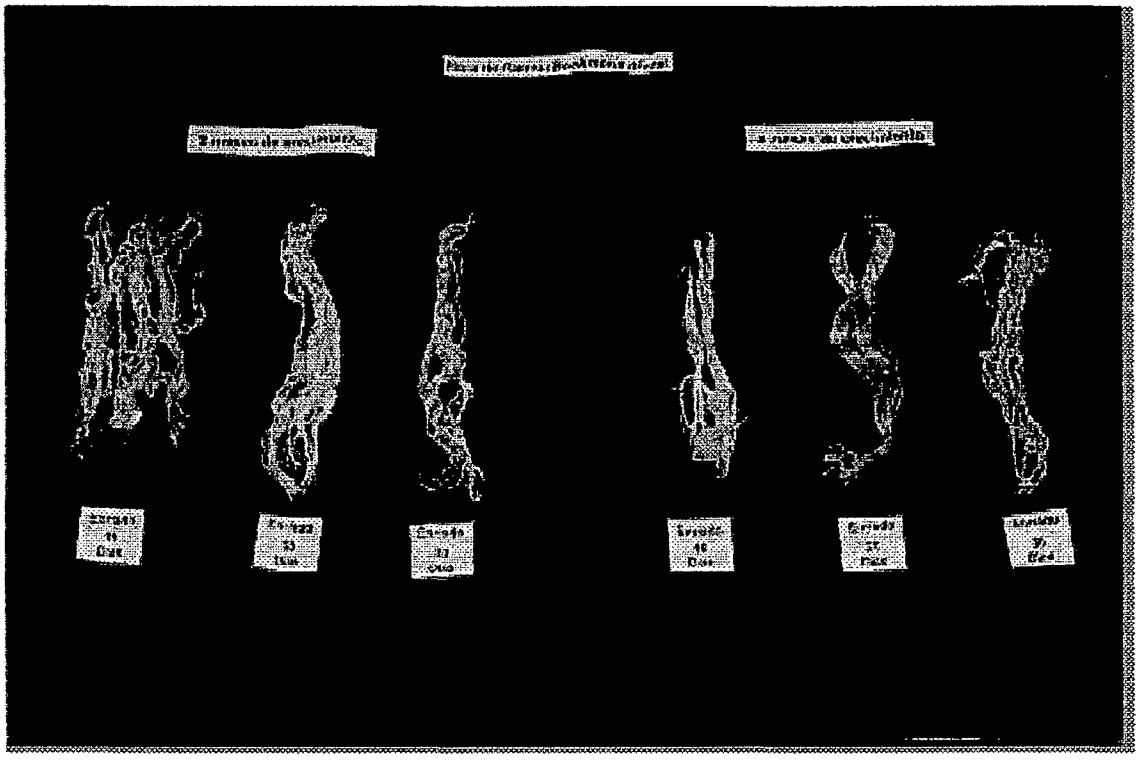
Reactivos:

- Alcohol etílico 96%
- Parafina líquida o aceite de inmersión
- Ácido acético glacial (CH_3-COOH) al 10%
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) AL 17.5%
- Clorito de Sodio ($NaClO_2$)
- Benceno C_6H_6
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) AL 72%
- Etanol
- Agua destilada

3.2 MÉTODOS

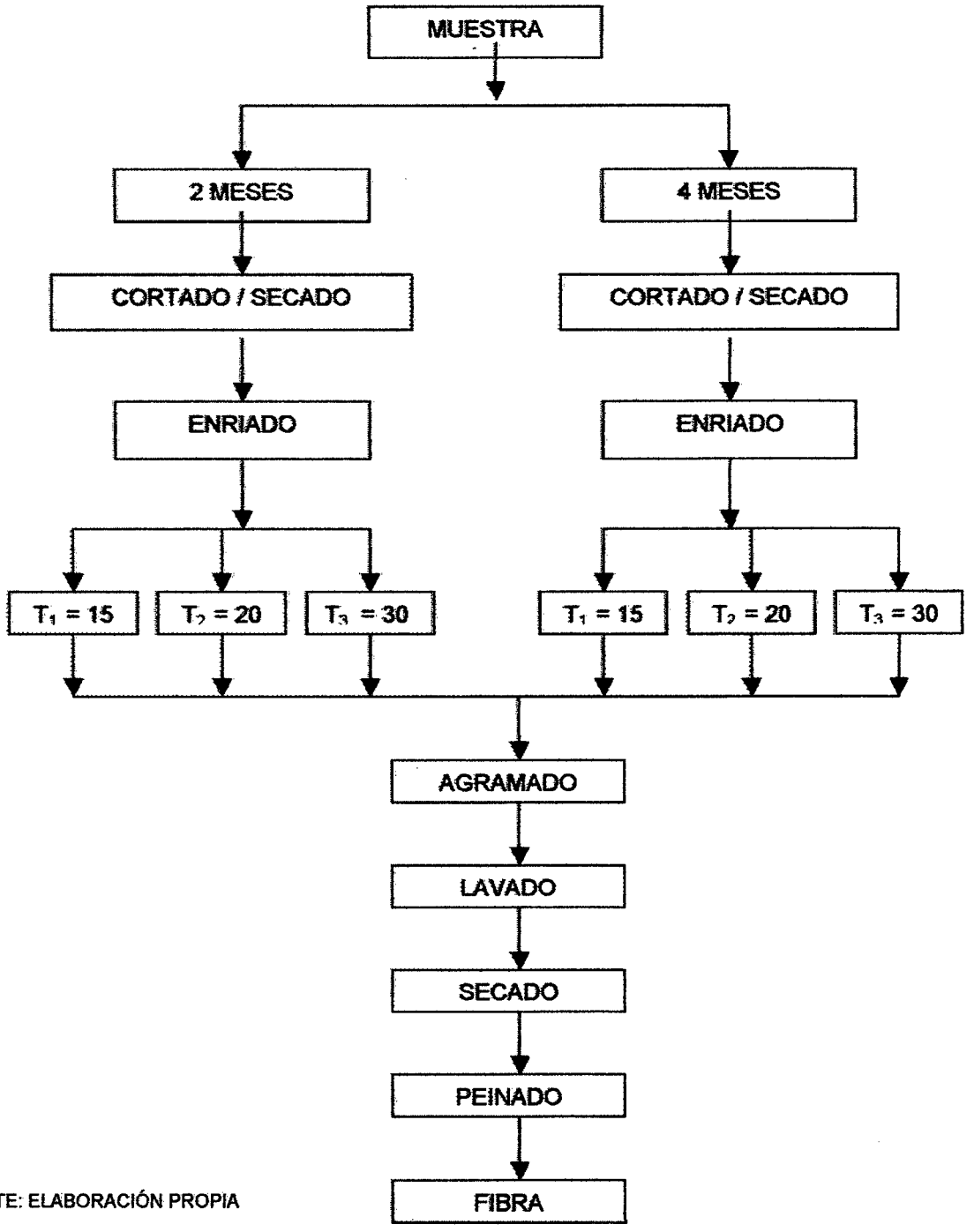
3.2.1 Obtención de la Fibra.

Figura Nº 03: Fibra de ramio ***Boehmeria nivea***, de 2 y 4 meses de crecimiento con 15, 20 y 30 días de enriado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
BIBLIOTECA
TARAPOTO

Para la obtención de la fibra se realizó el siguiente Flujograma.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 04: Flujograma para la obtención de la fibra del Ramio (***Boehmeria nivea***)

Descripción de cada uno de los Procesos para la Obtención de la Fibra del Ramio (*Boehmeria nivea*)

a. Muestra

En esta etapa del proceso nos permite obtener y seleccionar las muestras del ramio en sus dos etapas de crecimiento (de 2 y de 4 meses), las mismas que fueron tomadas de las parcelas establecidas.

b. Cortado

Las muestras tomadas y/o seleccionadas se procedió a cortar los tallos al ras del suelo. Los tallos cosechados se amarraron en gavillas (tercios) de 20 a 30 cm de diámetro, dejándoles esparcidos por grupos para el secado de las hojas por 3 días y favorecen la caída de ellas con una fuerte sacudida.

c. Enriado

Las muestras se sumergieron en agua retenido, con la finalidad de descomponer los tejidos leñosos y pectosas. Para lo cual se utilizaron bandejas para cada muestra (de 2 y de 4 meses) y tiempo de enriado (15, 20, y 30 días). Los atados de ramio han sido colocados en capas sucesivas con un espesor de 20 a 40 cm., Hundiéndolos con pesos colocados encima (piedras), evitando el sol directo con cobertura de hojas.

d. Agramado

Después del enriado se removió a mano la fibra, separando la corteza de la base y tirando hacia el extremo sin romperla.

e. Lavado

Una vez realizado el agramado se procede a lavar las fibras en agua limpia, golpeando los atados en la superficie del agua.

f. Secado

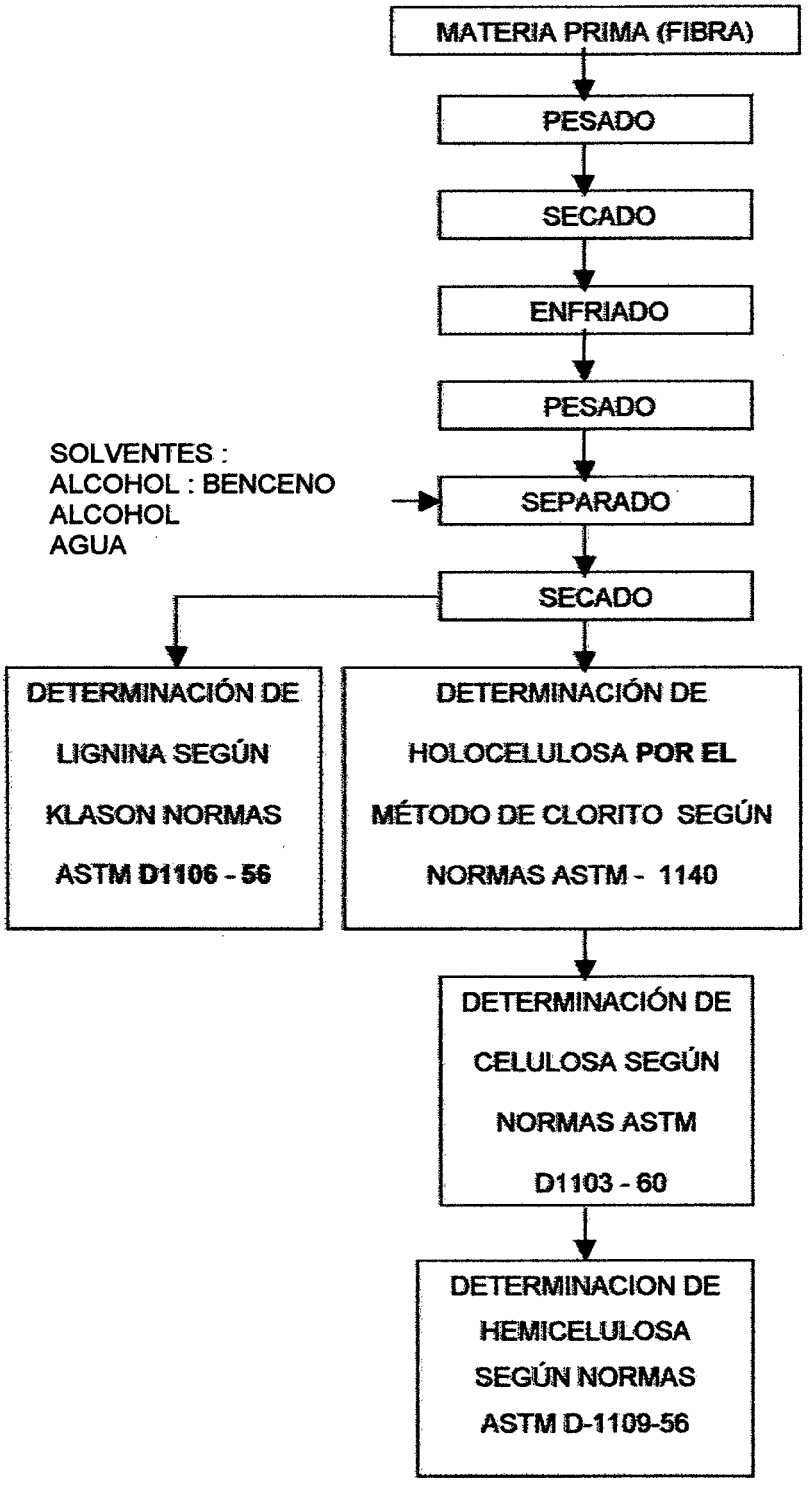
El secado de las fibras se realizan en cordeles, evitando el sol directo y seguidamente fueron colocados en bolsas de acuerdo a los diferentes tratamientos.

g. Peinado

Este proceso nos permitió seleccionar las fibras en forma ordenada y a clasificarlos de acuerdo a su tamaño.

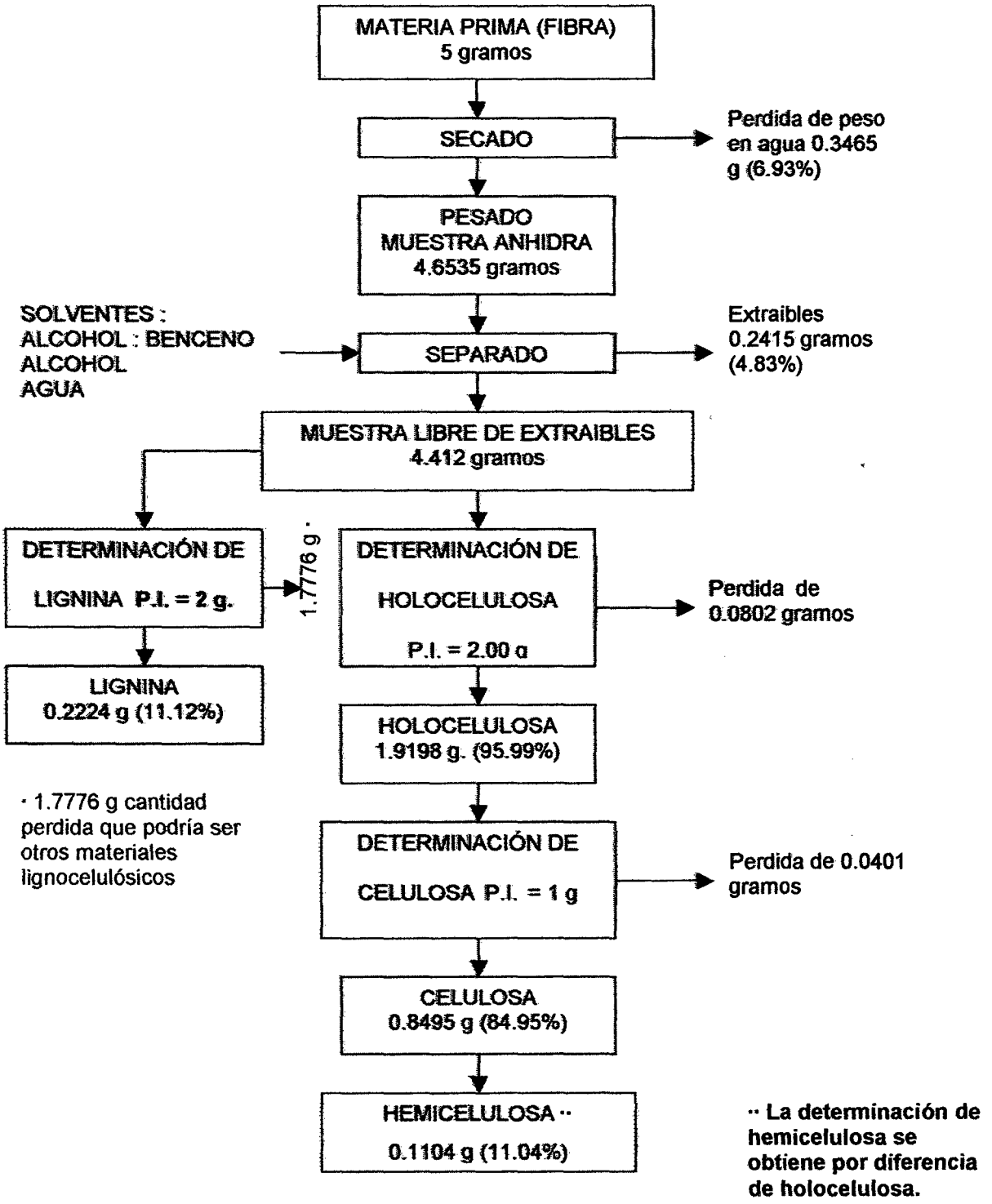
3.2.2 Análisis Químico

Los análisis que se realizaron para la determinación de los componentes lignocelulósicos fueron los establecidos por las normas ASTM (1992), que consiste en determinar los porcentajes de holocelulosa, celulosa, lignina, extraíbles y cenizas.



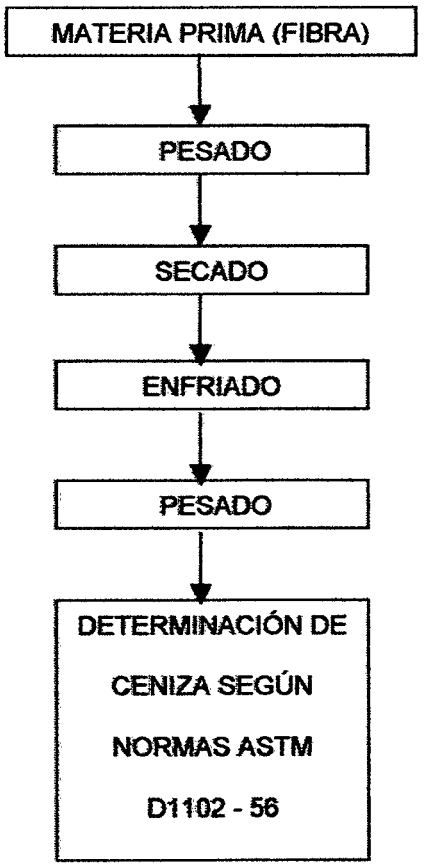
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 05: Flujograma General para la Determinación de Material Lignocelulósico (holocelulosa, celulosa, lignina y extraíbles)



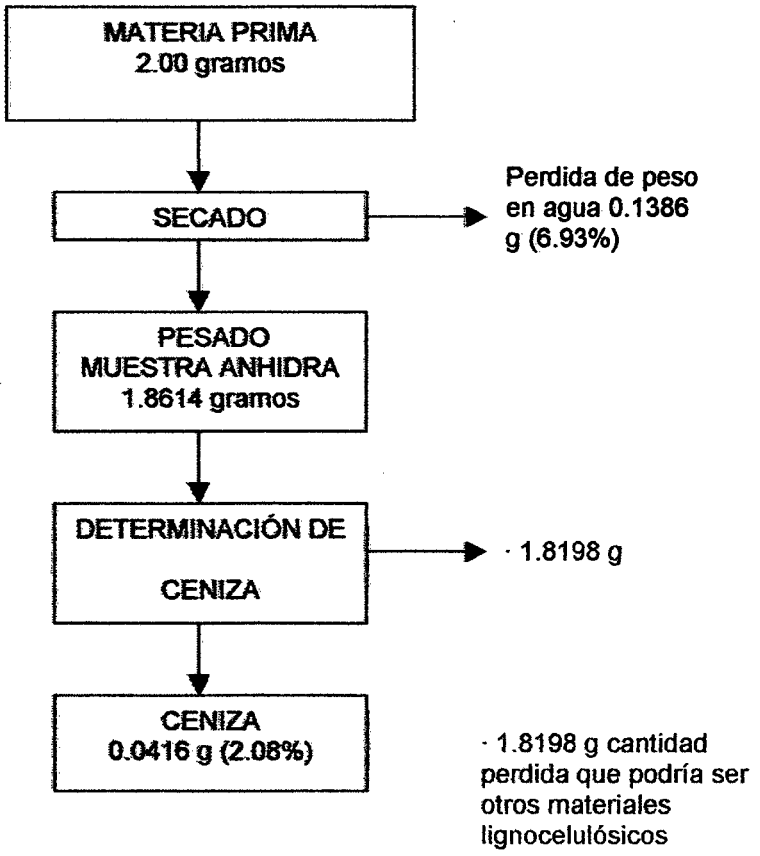
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 06: Balance de materia en la determinación de material Lignocelulósico (holocelulosa, celulosa, lignina y extraíbles)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 07: Flujograma para la Determinación de ceniza



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 08: Balance de materia en la Determinación de ceniza

3.2.2.1 Determinación de Holocelulosa por Método de Clorito (ASTM1140)

Las fibras del ramio (***Boehmeria nivea***), son tomados en dos etapas de crecimiento, estas muestras son pesadas en la balanza de precisión, para obtener valores de muestra original. Seguidamente se realiza el secado en la estufa a temperatura de 105 °C, hasta mantener el peso constante, luego es enfriado en campana desecadora por un tiempo de 15 minutos y la muestra es pesado (muestra anhidra).

Se realiza un proceso de separado en el equipo Soxhlet , utilizando los siguientes solventes:

- Extracción con solvente mezcla alcohol – benceno
- Extracción con solvente alcohol
- Extracción con solvente agua

Estas extracciones se realizaron por un tiempo de 4 horas , según establecido por las normas ASTM D1105-56, D1110-56 y D1109-56.

Una vez extraído, esto se procedió al secado en la estufa a temperatura de 105 °C hasta obtener peso constante (muestra libre de extraíbles). Esta muestra pesada es colocada en baño maría y mezclado con agua destilada a temperatura de 63 °C, adicionando clorito de sodio y ácido acético glacial por un periodo de 60 minutos.

Posteriormente se procedió al filtrado y lavado con agua destilada caliente y finalmente con agua fría.

Se realizó el secado en estufa a temperatura de 105°C, hasta peso constante. Una vez secado en la campana desecadora por un periodo de 40 minutos, se obtuvo el peso final o residuo de holocelulosa.

3.2.2.2 Determinación de Hemicelulosa (ASTM D1109 – 56)

Se determina a partir de holocelulosa, en solución acuosa de oxalato de amonio, se agita la suspensión y se mantiene a 50 °C en baño maría durante 8 horas, luego se separa el líquido por filtración y se lava con agua destilada. Seguidamente se concentra a presión reducida a 45 °C ; los cristales de oxalato de amonio que se forman duraante la concentración, se separan por filtración, luego se vierte etanol a 95% precipitando la hemicelulosa, finalmente se filtra y se seca obteniéndose peso anhidro de hemicelulosa.

3.2.2.3 Determinación de Celulosa en Material Lignocelulósico (ASTM D1103-60)

La determinación fue a partir de la holocelulosa según la norma (ASTM D1104);la muestra se mezcló con hidróxido de sodio al 17.5%, a temperatura de 20 °C baño maría agitando constantemente, y se dejó en reposo por un tiempo de 50 min, para la reacción química, y luego se adicionó hidróxido de sodio al 8.37%, dejando en reposo por 60 min.

Se procedió al filtrado de la celulosa con papel de filtro y se sometió a un lavado con hidróxido de sodio al 8.37% a 20 °C, continuamente se lavaba con agua destilada a 20°C. En seguida se adicionó ácido acético al 10% a temperatura ambiente.

Después se filtro y se lavó con abundante agua destilada hasta que el residuo de celulosa se encuentre libre de ácido.

Finalmente se colocó la muestra a la estufa a temperatura de 105°C hasta peso constante, y luego a la campana desecadora por un tiempo de 60 minutos, obteniéndose un peso anhidro del residuo de celulosa.

3.2.2.4 Determinación de Lignina según Klason (ASTM D1106-56)

Para la determinación de Lignina se trabajó con muestra libre de extraíbles, esta muestra es cocida con agua destilada en baño maría a 100 °c por 3 horas, luego se filtró y se lavó con agua caliente y finalmente con alcohol para facilitar la remoción de la muestra. La muestra se dejó en reposo hasta secar al aire libre.

Esta muestra una vez seco se mezcló con ácido sulfúrico al 72% por un tiempo de 2 horas con agitación permanente, luego se adicionó ácido sulfúrico al 3% y se cocinó por un tiempo de 4 horas. Seguidamente se realizó el filtrado y lavado con agua caliente hasta dejarlo libre de ácido y el secado fue en estufa a 105 °C, hasta peso constante, luego

es enfriado en campana desecadora por un tiempo de 30 minutos y finalmente se obtiene el peso del residuo de lignina.

3.2.2.5 Determinación de Ceniza (ASTM D1102-56)

La determinación consiste en pesar las muestras de fibra de ramio para un valor inicial, esto es secado en estufa a 105 °C por un tiempo de 2 horas y esta muestra es enfriada en campana desecadora por un tiempo de 15 minutos, obteniéndose un peso anhidro de la fibra. Esta misma muestra es incinerado en la mufla a temperatura de 500 °C por un tiempo de 2 horas, finalmente es enfriado y pesado el residuo de ceniza.

3.2.3 Análisis Físico – Mecánico

3.2.3.1 Contenido de Humedad

Se determinará en estufa a 105 °C por un tiempo de 2 horas y por diferencia de masa debido a la pérdida de humedad entre un estado inicial (húmedo) y un final (seco) se obtiene el contenido de humedad de la fibra. ITINTEC (1982).

3.2.3.2 Determinación de Elasticidad

Se realizó en el Laboratorio de no alimentos de la F.I.A.I. U.N.S.M. mediante el uso del Dinamómetro, que consiste en tomar muestras de las dos etapas de crecimiento y diferentes tratamientos realizados.

3.2.3.3 Determinación de Resistencia

Se realizó en el Laboratorio del Programa de Algodón de la UNALM, mediante el Sistema Pressley, lo mismo que nos da resultados expresados en 1000 lb/ pulg^2, se utilizaron muestras de las dos etapas de crecimiento y diferentes tratamientos realizados.

3.2.3.4 Determinación del Diámetro de la Fibra del Ramio (*Boehmeria nivea*)

Se realizó en el Laboratorio de Fibras Textiles, Pieles y Cueros del programa de ovinos y camélidos americanos de la UNALM; se utilizó el método del Microproyector, bajo las normas de ASTM – 2130-72, que es aplicado tanto a fibras animales, vegetales y sintéticos. ZARATE (1992).

3.2.3.5 Determinación de la Longitud de la Fibra del Ramio (*Boehmeria nivea*)

Se realizó en el Laboratorio de Fibras Textiles, Pieles y Cueros del POCA de la UNALM, en la cual se utilizó el peinador suter, la misma que está conformado por peines debidamente ordenados, los resultados se dan en pulgadas y milímetros. ZARATE (1992).

IV. DISEÑO ESTADÍSTICO

El presente trabajo de investigación se realizó su análisis estadístico con el diseño en bloque completamente aleatorizado (DBCA), con prueba de Duncan y una probabilidad de 0.05.

V. RESULTADOS

5.1 Rendimiento de Extraíbles

El cuadro Nº 01 y el gráfico Nº 01, indica que para la muestra de 2 meses, se concluye que los mayores rendimientos para la fibra se da al extraer con alcohol (2.08%, muestra sometido a 30 días de enriado); similares resultados se indican en el cuadro 01 y gráfico 02, para la muestra de 4 meses donde el porcentaje mayor es de 2.70%.

Cuadro N° 01: Porcentaje promedio de extraibles de la fibra del Ramio por cada solvente utilizado

SOLVENTES (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
ALCOHOL- BENCENO	1.43	1.22	2.01	2.11	2.25	2.33
ALCOHOL	1.92	1.87	2.08	1.92	2.48	2.70
AGUA	1.48	1.55	1.18	2.01	1.90	1.88
TOTAL (%)	**4.83**	**4.63**	**5.27**	**6.03**	**6.63**	**6.92**

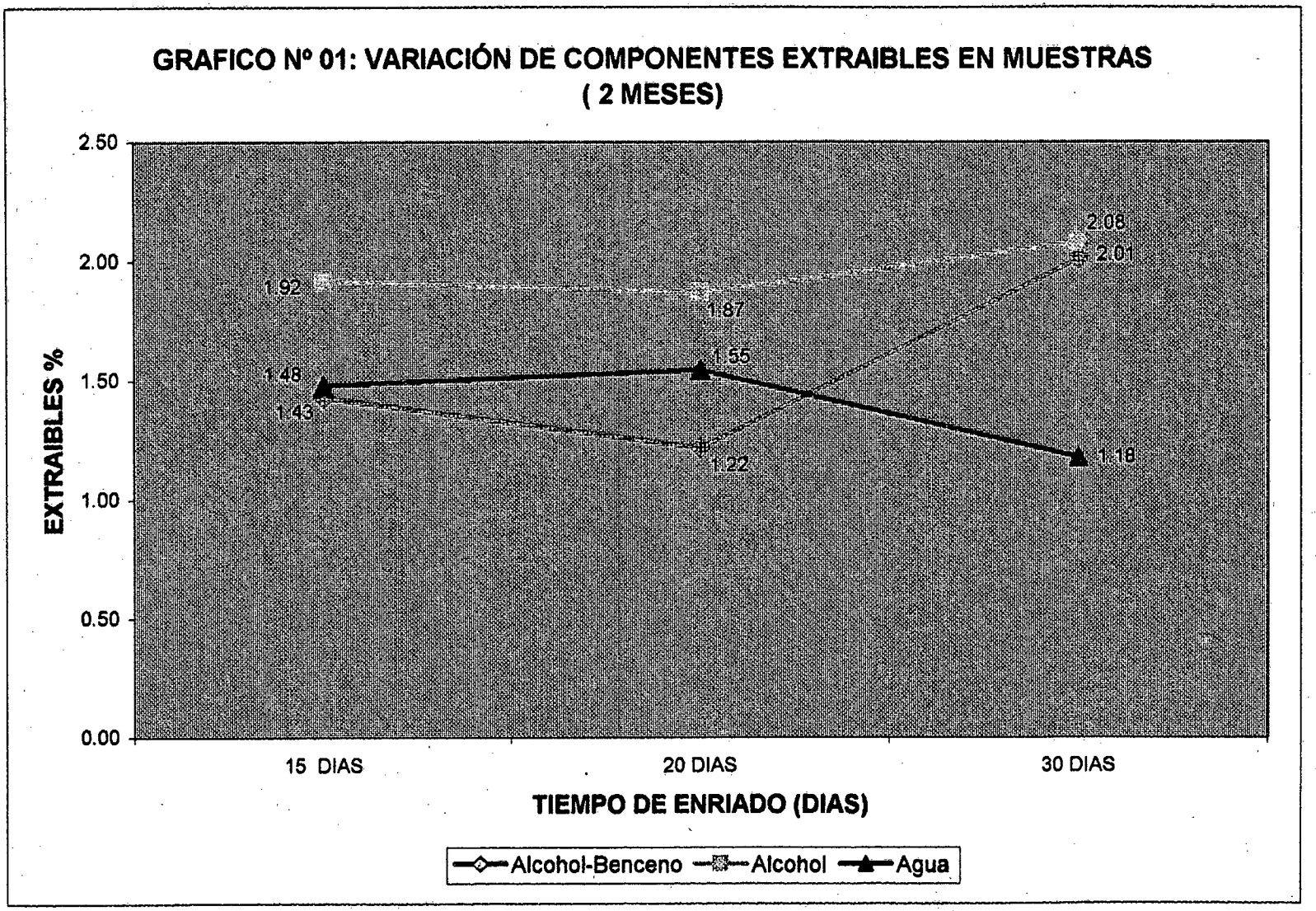


GRAFICO Nº 01: VARIACIÓN DE COMPONENTES EXTRAIBLES EN MUESTRAS
(2 MESES)
EXTRAIBLES %
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
1.92
1.87
2.08
2.01
1.48
1.55
1.43
1.22
1.18
15 DIAS
20 DIAS
30 DIAS
TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)
Alcohol-Benceno
Alcohol
Agua

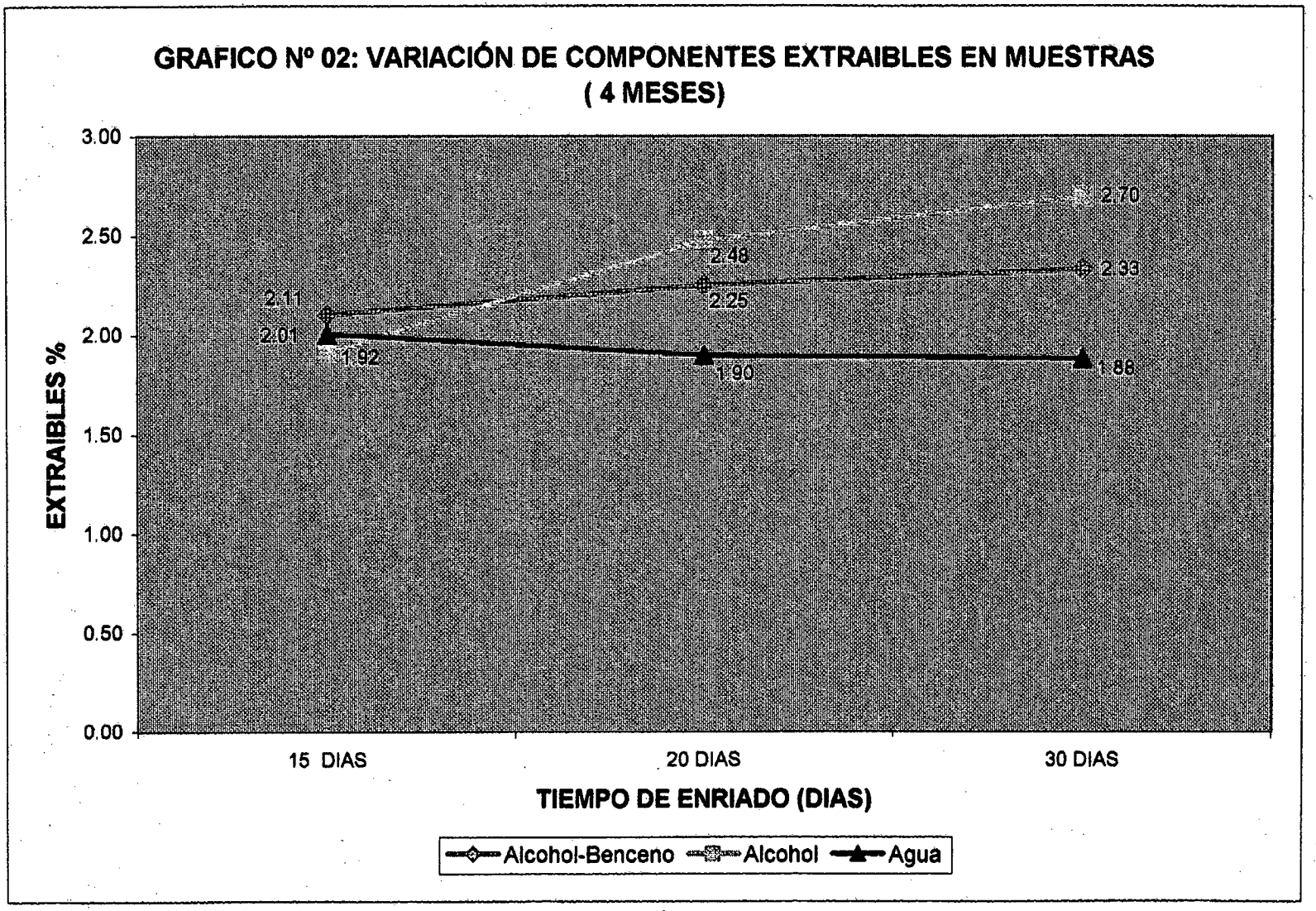


GRAFICO Nº 02: VARIACIÓN DE COMPONENTES EXTRAIBLES EN MUESTRAS
(4 MESES)
EXTRAIBLES %
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
2.11
2.01
1.92
2.48
2.25
1.90
2.70
2.33
1.88
15 DIAS
20 DIAS
30 DIAS
TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)
Alcohol-Benceno
Alcohol
Agua

5.2 Componentes Químicos Estructurales

Los resultados obtenidos en el cuadro Nº 02, observamos que el contenido de humedad en el tratamiento de 2 meses con 30 días de enriado y el tratamiento de 4 meses con 20 días de enriado tuvieron los porcentajes elevados de 7.37% y 7.405 respectivamente. Cabe indicar que en el proceso de la holocelulosa se tuvo mucho enfasis obtener la celulosa, para luego obtener por diferencia la hemicelulosa.

El cuadro Nº 03 y el gráfico Nº 03, indican que los mayores rendimientos en cuanto a la fuente de celulosa se da en el tratamiento de 4 meses con 30 días de enriado (89.78%), seguido por el mismo tratamiento con 20 días de enriado (88.86%).

También en el cuadro Nº 03 y gráficos Nº 04 y 05, la muestra de 2 meses presenta mayor concentración de celulosa 88.67%, extraíbles 5.27% a 30 días de enriado, hemicelulosa 11.04% a 15 días de enriado y lignina 12.05% a 20 días de enriado.

La muestra de 4 meses presenta: celulosa 89.78%, lignina 12.51%, extraíbles 7.68 % a 30 días de enriado y hemicelulosa 7.01% a 15 días de enriado.

El análisis estadístico correspondiente para un valor de varianza $\alpha = 0.05$, se concluye que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos respecto a la concentración de celulosa entre las muestras A_2B_3 con A_1B_2 y A_1B_1 .

Con respecto a la Hemicelulosa la mayor concentración se encuentra en muestra de 2 meses a 15 días de enriado (11.04%), seguido por la misma muestra a 20 días de enriado (9.14%).

En el cuadro Nº 03 se indica, que la mayor concentración de lignina está en la muestra de 4 meses a 30 días de enriado (12.51%), seguido por la muestra de 2 meses a 20 días de enriado (12.05%).

El cuadro Nº 03 nos reporta que el mayor contenido de ceniza se da en el tratamiento a 2 meses con 15 días de enriado (2.08%), seguido por el mismo tratamiento con 20 días de enriado (2.04%) respectivamente.

Cuadro N° 02: Contenido de humedad en la fibra del Ramio

COMPONENTES	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
HUMEDAD %	6.93	7.36	7.37	6.79	7.40	7.37

Cuadro N° 03: Componentes químicos de la fibra del Ramio

COMPONENTES QUIMICOS (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)						PROMEDIO	
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$				
	T R A T A M I E N T O S							
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			$A_1 = 2$	$A_2 = 4$
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$		
CELULOSA	84.95	84.90	88.67	88.00	88.86	89.78	**86.17**	**88.88**
HEMICELULOSA	11.04	9.14	7.08	7.01	5.66	4.79	**9.09**	**5.82**
LIGNINA	11.12	12.05	10.69	11.49	11.98	12.51	**11.29**	**11.99**
EXTRAIBLES	4.83	4.63	5.27	6.03	6.63	6.92	**4.91**	**6.53**
CENIZA	2.08	2.04	1.54	1.98	1.98	1.83	**1.89**	**1.93**

GRAFICO Nº 03: CONCENTRACION DE CELULOSA EN DOS ETAPAS DE CRECIMIENTO

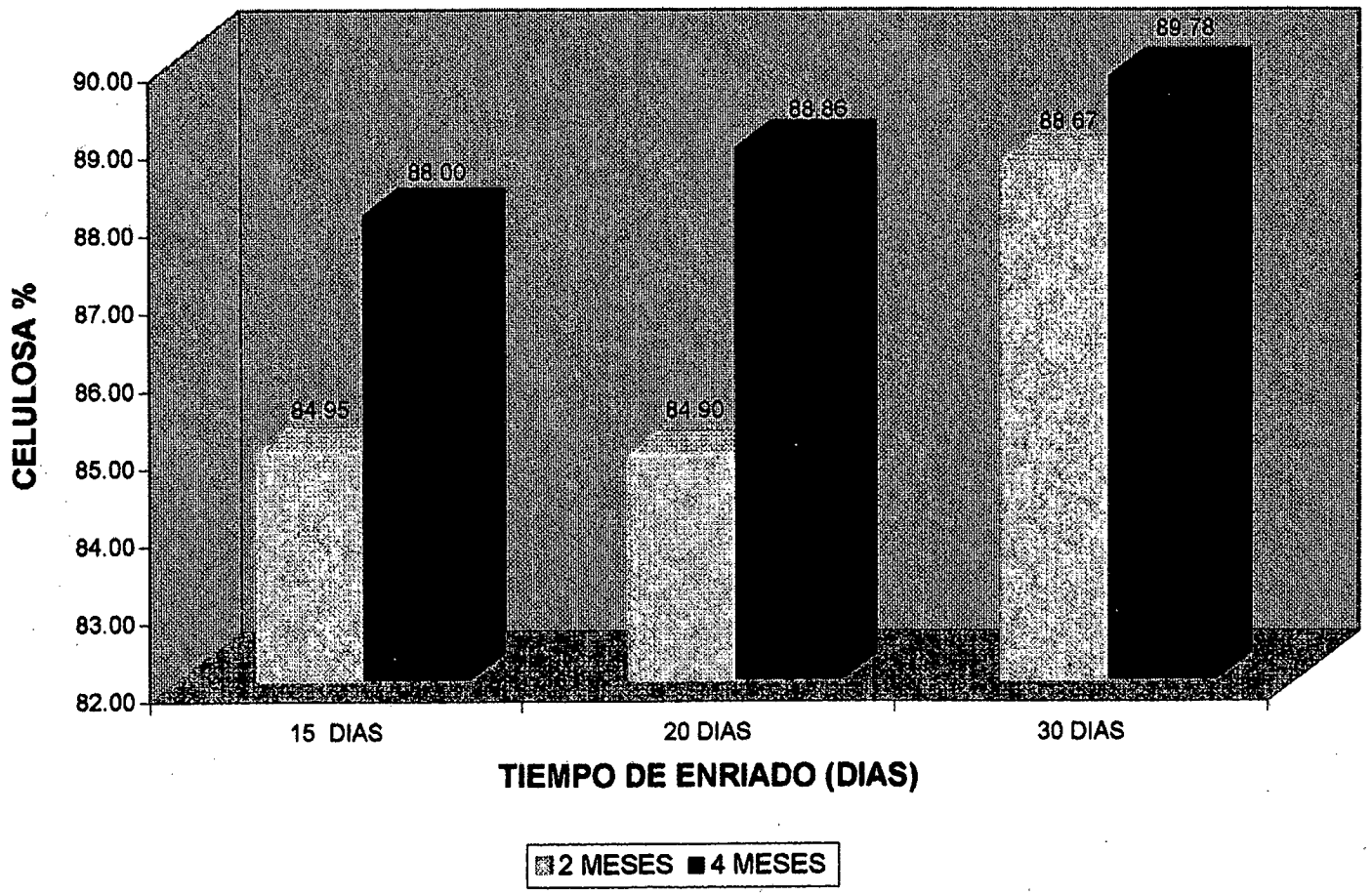


GRAFICO Nº 04: COMPONENTES QUÍMICOS ESTRUCTURALES EN FIBRA DE RAMIO (2 MESES)

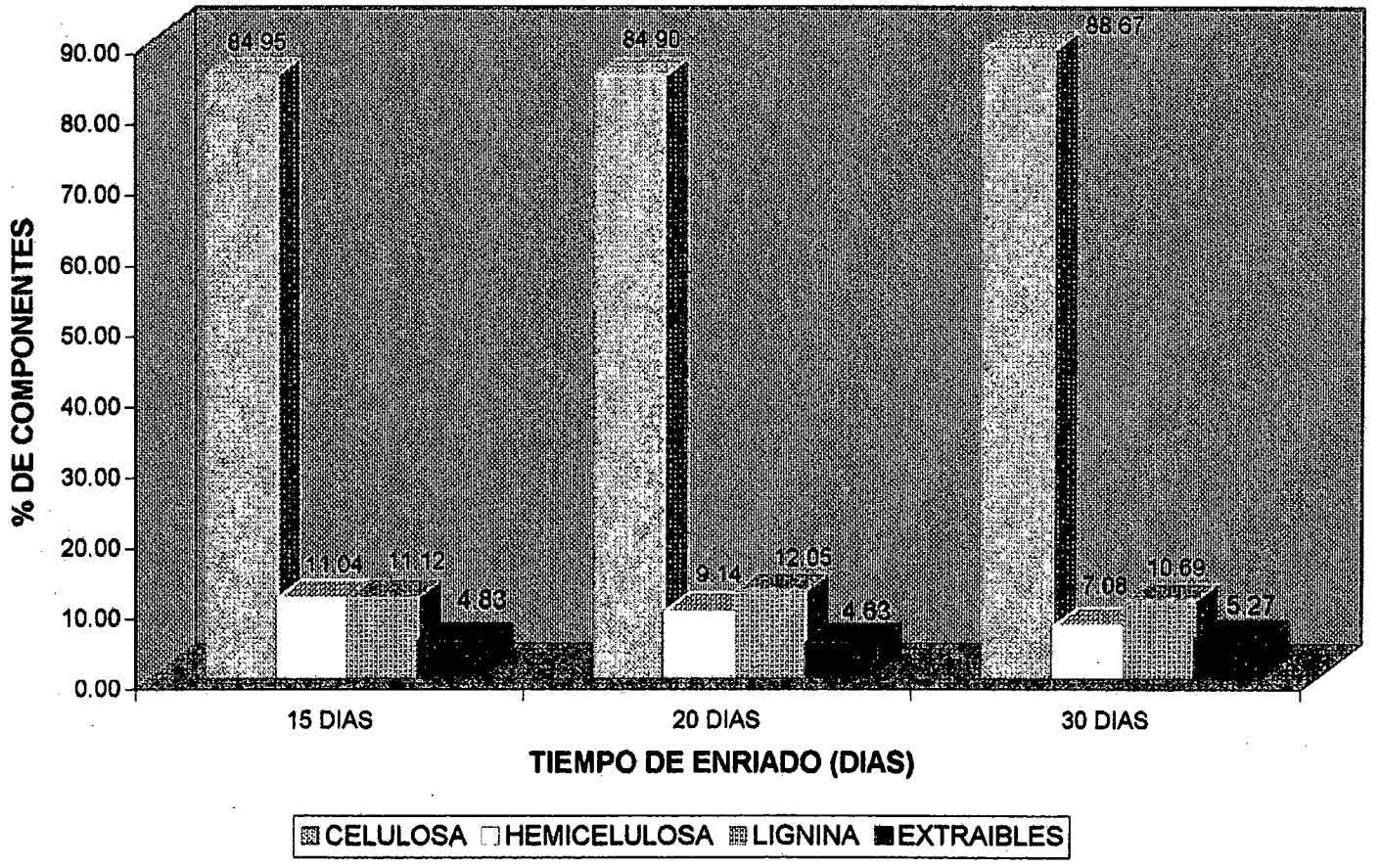
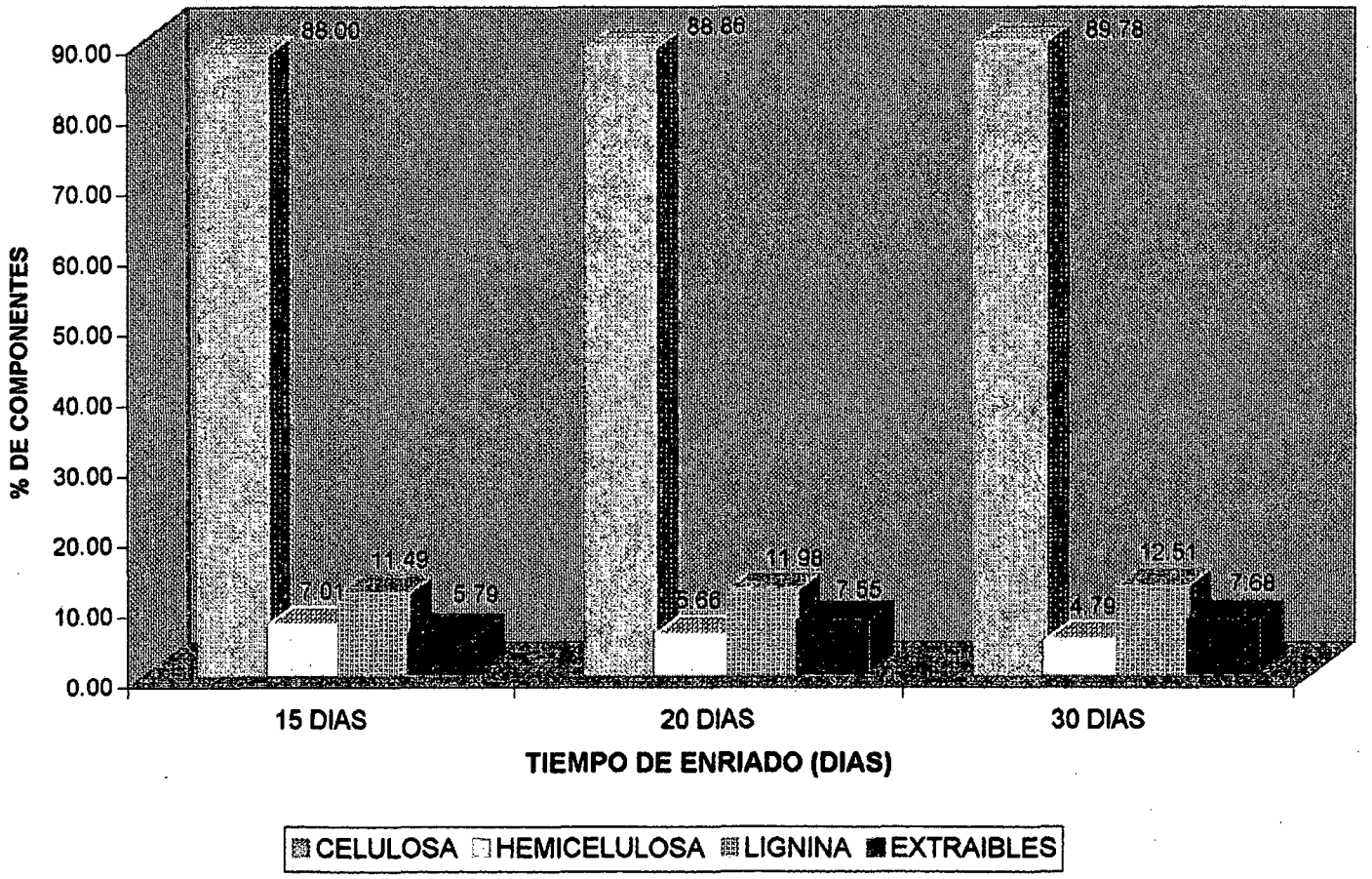


GRAFICO Nº 05: COMPONENTES QUÍMICOS ESTRUCTURALES EN FIBRA DEL RAMIO (4 MESES)



5.3 Propiedades Físicos – Mecánicas

El cuadro Nº 04 y los gráficos del Nº 04 al Nº 07, indican los resultados de las diferentes propiedades de la fibra como: diámetro, longitud, resistencia a la rotura y elasticidad.

Para muestra de 2 meses tenemos: diámetro de fibra 26.90 μ en 20 días de enriado, longitud 3.11pulg. (78.99 mm.), resistencia a la rotura 103.53 en 1000 lb/pulg^2 y elasticidad 109.00 gf en 15 días de enriado.

En muestra de 4 meses tenemos: diámetro 27.70μ, longitud 2.69 pulg., resistencia a la rotura 94.87 en 1000 lb/ pulg^2 a 30 días de enriado, elasticidad 96 gf.a 15 días de enriado.

El análisis estadístico aplicado para un valor de varianza α al 0.05 con la prueba de DUNCAN, existen diferencia significativa en cuanto a la elasticidad la muestra A_1B_1 con respecto a A_1B_2, A_2B_2, A_2B_3, A_1B_3 y A_2B_1, de igual modo la resistencia a la rotura la muestra A_1B_1 con respecto A_1B_2.

Cuadro N° 04: Propiedades físico - mecánico de la fibra del Ramio

PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)						PROMEDIO	
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$				
	T R A T A M I E N T O S							
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			$A_1 = 2$	$A_2 = 4$
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$		
Diametro promedio μ	24.93	26.90	26.90	25.65	26.65	27.70	**26.24**	**26.6667**
Longitud promedio (Pulg)	3.11	2.78	2.88	2.66	2.60	2.69	**2.92**	**2.65**
Resistencia a la Rotura (1000 Lb / pulg^2)	103.53	97.19	92.26	93.15	92.21	94.87	**97.66**	**93.41**
Elasticidad (gf)	109.00	93.00	96.00	96.00	93.00	93.00	**99.33**	**94.00**

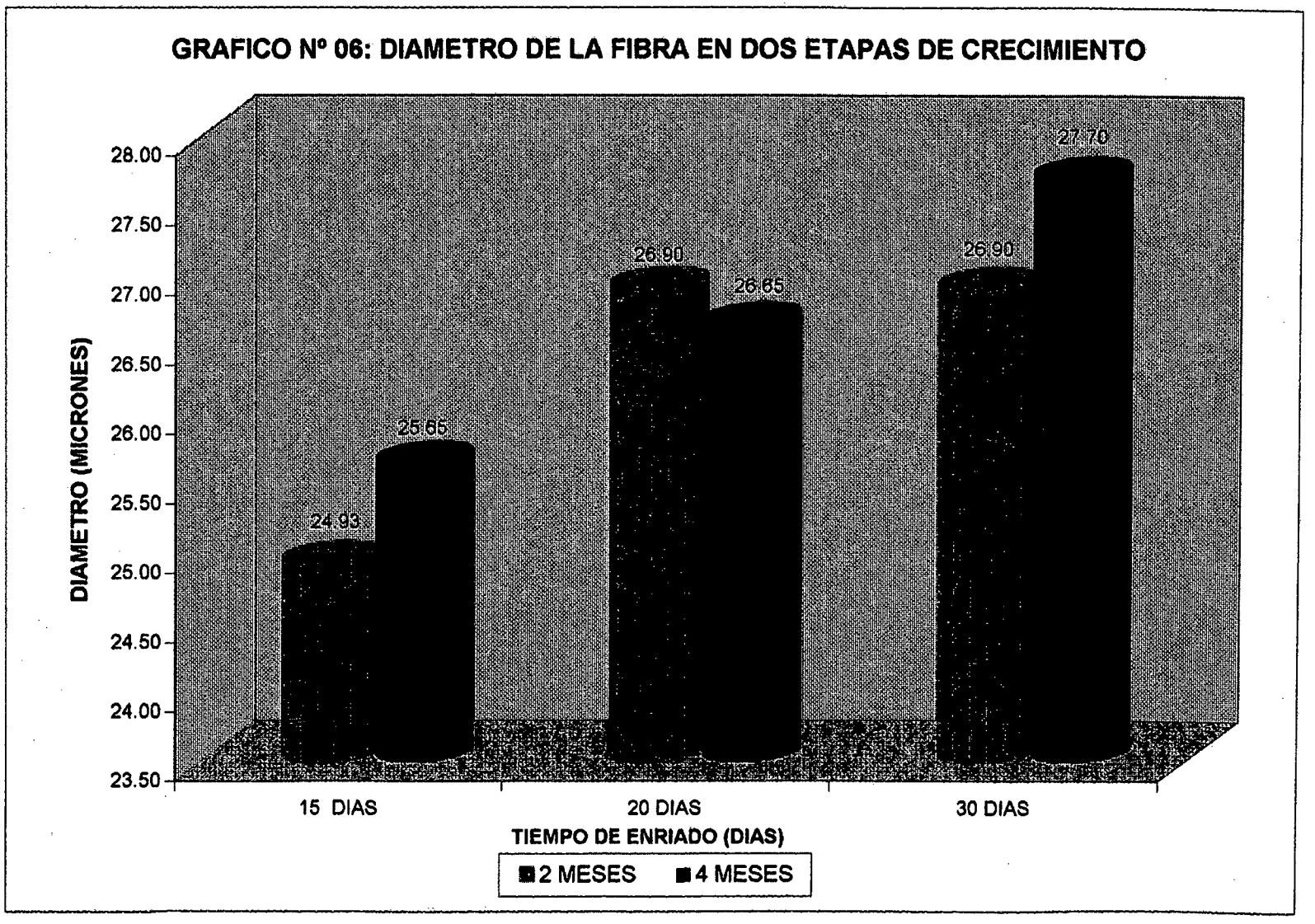


GRAFICO Nº 06: DIAMETRO DE LA FIBRA EN DOS ETAPAS DE CRECIMIENTO
DIAMETRO (MICRONES)
28.00
27.50
27.00
26.50
26.00
25.50
25.00
24.50
24.00
23.50
24.93
25.65
26.90
26.65
26.90
27.70
15 DIAS
20 DIAS
30 DIAS
TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)
2 MESES
4 MESES

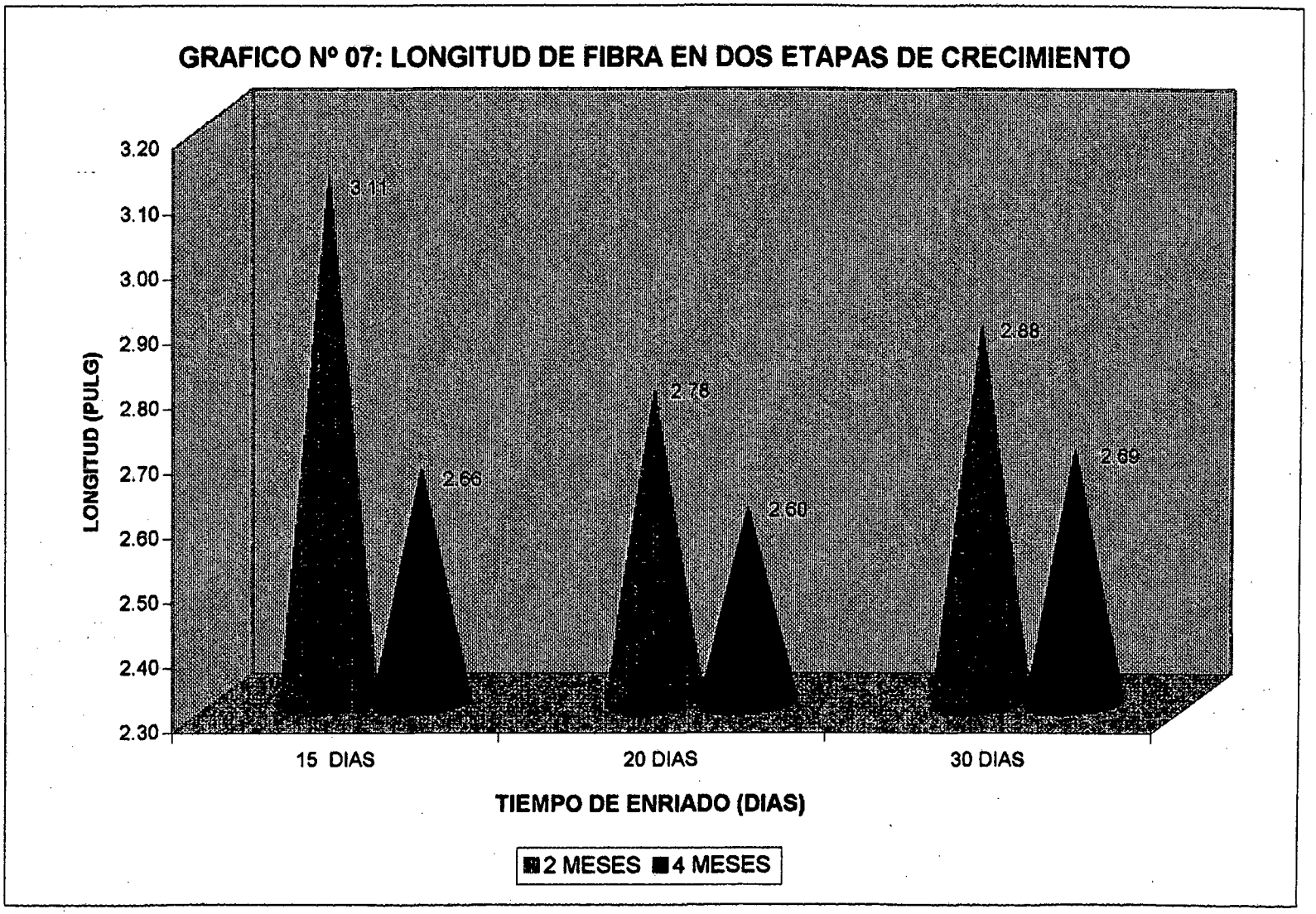


GRAFICO Nº 07: LONGITUD DE FIBRA EN DOS ETAPAS DE CRECIMIENTO
LONGITUD (PULG)
3.20
3.10
3.00
2.90
2.80
2.70
2.60
2.50
2.40
2.30
3.11
2.66
2.78
2.60
2.88
2.69
15 DIAS
20 DIAS
30 DIAS
TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)
2 MESES
4 MESES

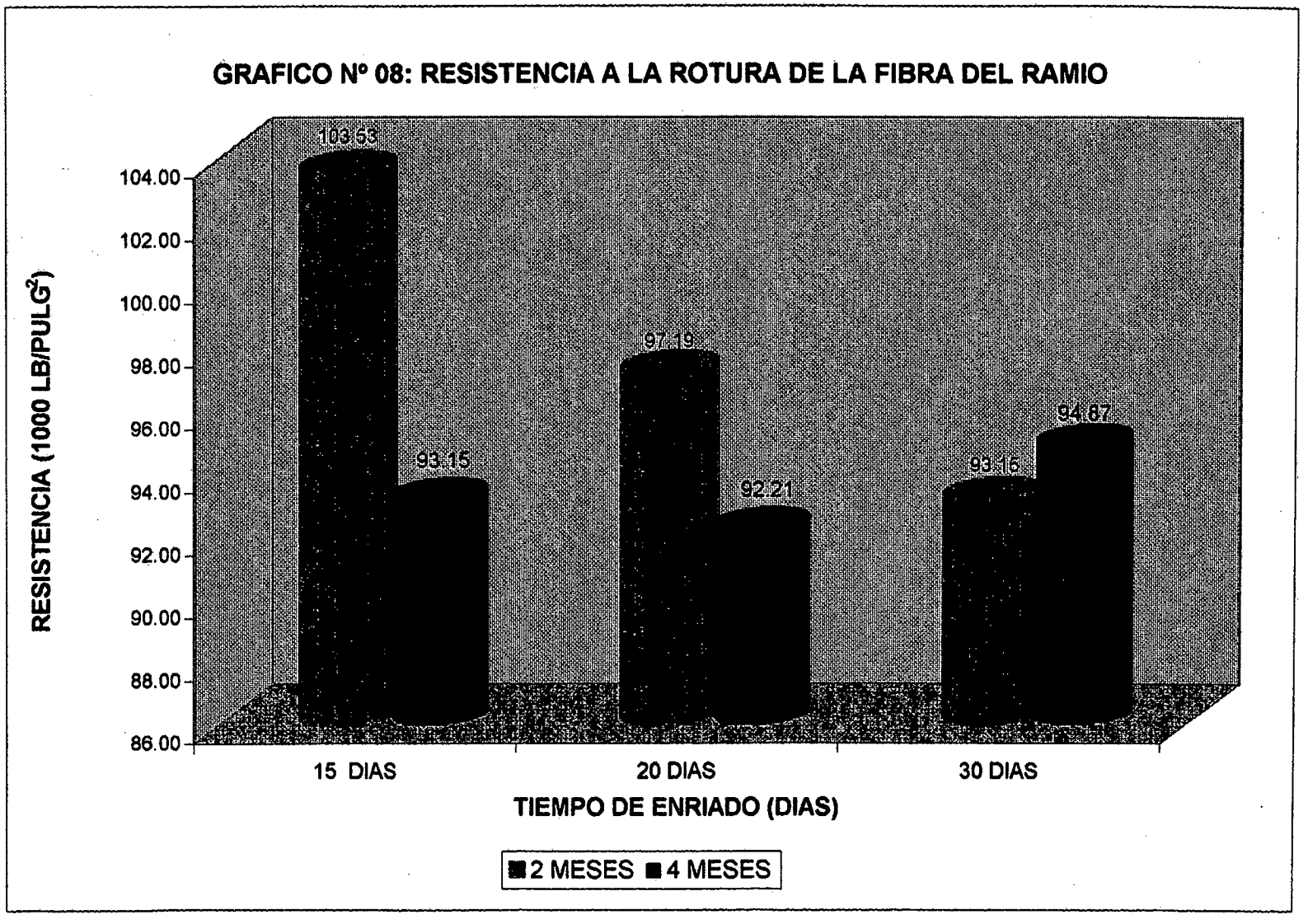
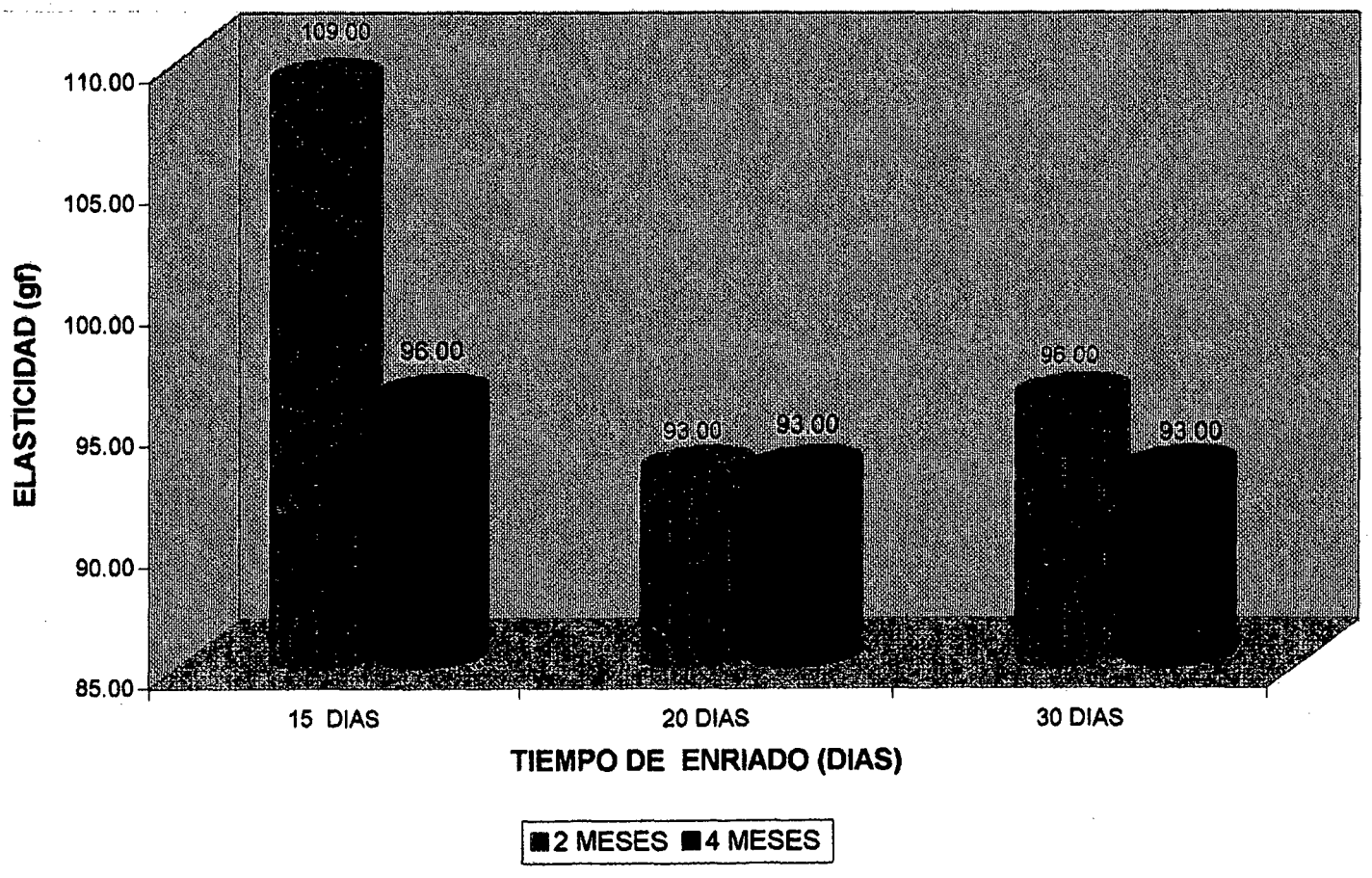


GRAFICO Nº 08: RESISTENCIA A LA ROTURA DE LA FIBRA DEL RAMIO
RESISTENCIA (1000 LB/PULG²)
104.00
102.00
100.00
98.00
96.00
94.00
92.00
90.00
88.00
86.00
103.53
93.15
97.19
92.21
93.15
94.87
15 DIAS
20 DIAS
30 DIAS
TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)
2 MESES
4 MESES

GRAFICO Nº 09: ELASTICIDAD DE LA FIBRA DEL RAMIO EN DOS TIEMPOS DE CRECIMIENTO



VI. DISCUSIONES

De los resultados obtenidos para cada uno de los ensayos y como respuesta a los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación se concluye que:

- Del cuadro Nº 01 se observa que los solventes alcohol : benceno, alcohol y agua los mismos que tienen diferente polaridad y como mejores resultados se obtuvieron con el alcohol, solvente que provablemente haya arrastrado polifenoles, taninos y azúcares; siendo el tratamiento de 2 meses con 20 días de enriado con 2.08% valor muy superior a los obtenidos por **Torres (17)** en la fibra de bombonaje ***Carludovica palmata***, en 1.5% con alcohol.

- Con respeto al contenido de humedad en el cuadro Nº 02, se reporta valores que se encuentran entre 6.79% a 7.40%, valores que se encuetran dentro del rango como indican **Link(11)** , para la fibra de ramio de 6 a 9% de humedad , algodón de 5 a 8% ,en cáñamo 8% y en lino 12 %.

  La resistencia, elasticidad, flexibilidad y suavidad de los textiles, requiere la presencia de humedad en las fibras durante toda la manufactura. Sin ella las mismas sufririan constantes roturas y arrojarían mucho desperdicio corroborado por **Link(11)**.

- El cuadro Nº 03 corresponde a los valores promedios de

se observa que hay diferencia estadística entre tratamientos; los valores obtenidos para este parámetro se encuentra entre 84.95% a 89.78%, resultados optimos por encontrarse dentro del rango de 78.5 a 99.5% de celulosa en la fibra del ramio, establecidos por **Lascheras (9), Medina (13), Centro Regional de Ayuda Técnica (4).**

- Con respecto al contenido de lignina en los tratamientos con valores de rango 10.69% a 12.51% es aceptable como fibra textil, resultado que es corroborado por **Lascheras (9)** indicando un contenido de 8% a 11% de lignina en la fibra de ramio. **El Centro Regional de Ayuda Técnica (4)** menciona que el porcentaje bajo de celulosa y alto de lignina (63% y 14% respectivamente), hace que la fibra sea sin fuerza ni duración; analizando esto la fibra de ramio tiene una buena resistencia y durabilidad.

Las propiedades físico – mecánico :

- El cuadro Nº 04 reporta que el diametro promedio varia entre 24.93μ a 27.70μ, siendo aceptable por estar entre 18μ a 100μ establecidos por **Link (11), Rafols(14), Lascheras (9).** El mejor tratamiento es el de 2 meses con 15 días de enriado con 24.93μ, porque cuanto más fina tanto más valiosa es el producto resultante, indicado por **Link (11).**

- Con respeto a la longitud se obtenieron valores que varían

mismos que se encuetran en los rangos de 29 a 280 mm, corroborado por **Link (11)**, **Lascheras (9), Manual para la Educación Agropecuaria (12), Fibras Vegetales en el Mundo (6)**, el tratamiento con mejor resultado es el A_1B_1 con 3.11 pulg. Por ser superior a los demás tratamientos y por ser una fibra larga que las demás fibras de origen vegetal, según **Link (11)**, **Rafols (14)**,.Tanto la longitud como la finura son características determinantes para la industria textil, por lo que a menor diámetro y mayor longitudse obtienen mejores productos de buena calidad, citado por **Link (11)**.

- En cuanto a las propiedades de elasticidad y resistencia a la rotura de la fibra del ramio, según el cuaro N° 04 la resistencia a la rotura los tratamientos son iguales estadisticamente, habiendo solamente diferencia numérica con el tratamiento A_1B_1 con 103.53 1000 lb/ pulg^2; y con referente a la elasticidad el tratamiento A_1B_1 con 109.00 gf es diferente a los demás tratamientos. **Link (11)**,menciona que la resistencia va acompañada por la elasticidad, por lo general a mayor resistencia corresponde mayor elasticidad, en donde esta relación se observa en el tratamiento A_1B_1.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado en la fibra del ramio se arribó a los siguientes conclusiones:

1. En el análisis de material removido por arrastre con solvente mezcla de alcohol : benceno, alcohol y agua, el mejor ha resultado el alcohol. Según el cuadro Nº 01 indica los tratamientos A_1B_3 y A_2B_3, son los valores más altos (2.08% y 2.70%).

2. Se determinaron los componentes química de la fibra del ramio (***Boehmeria nivea***), como celulosa, hemicelulosa, lignina y extraíbles. Los componentes más importantespara fibras textiles son la celulosa que varia entre 84.95% a 89.78%, y la lignina que varía entre 10.69% a 12.51%, en todos los tratamientos son aceptables respectivamente; siendo el tratamiento A_1B_1 que se selecciona por su menor tiempo de cosecha (2 meses) y de enriado (15 días).

3. Se determinó las propiedades físico – mecánico de la fibra del ramio ***Boehmeria nivea*** para todos los tratamientos, donde el tratamiento A1B1resultó el más optimo con 24.93µ de diámetro promedio , 3.11 pug. Longitud promedio, 103.53 por 1000 lb/ pulg^2 resistencia a la rotura y 109.00 gf de elasticidad.

4. El proceso para la obtención de la fibra del ramio sería la

propiedades físico – mecánico y químico, en los rangos establecidos por las bibliografías mencionadas anteriormente.

5. Durante el proceso de obtención de los materiales lignocelulósicos se tuvieron pérdidas no relevantes, por motivo de no contar con las condiciones adecuadas.

6. De acuerdo a los parámetros físico – mecánico y químico obtenidos en el presente trabajo de investigación, el ramio ***Boehmeria nivea*** es una planta que debe ser cultivada en la Región San Martín para fines industriales.

7. La fibra del ramio obtenida y en comparación con las demás fibras como: algodón, yute, cáñamo y otros; es factible su uso en la industria textilería, cordeles e hilos, redes para pesca ,etc.

VIII. RECOMENDACIONES

- Promocionar el cultivo del ramio ***Boehmeria nivea*** , por ser una planta promisoria, de muchas ventajas para la industria textil, por su rápido aprovechamiento para fines industriales, gran potencial forrajero y por su largo periodo de vida productiva (15 a 20 años) y así generar fuente de trabajo en la región San Martín.
- El ramio debe ser cosechado a los 2 meses de crecimiento y 15 días de enriado, para la industria textil.
- Realizar trabajos sobre mezcla de fibras de ramio con otras fibras vegetales (algodón, yute, etc), y analizar su comportamiento en cuanto a sus características como fibra textil.
- Con la fibra del ramio se deben realizar trabajos de investigación en teñido con tintes naturales.
- La planta de ramio ***Boehmeria nivea*** tiene un aprovechamiento integral, por lo que se recomienda realizar trabajos en la parte foliar, por su alto contenido de proteína (20% proteína en materia seca), el mismo que sirve como forraje para animales menores.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ASTM, (1990), American Society For Testing and Material
2. CASEY, J.P. (1978), Pulpa y Papel. Vol. I y II Química y Técnica Química Editorial LIMUSA. Barcelona – España.
3. CARMONA, C.R.,(1995), Laboratorio Químico de la Madera, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Tecnología de la Madera, Chile.
4. Centro Regional de Ayuda Técnica (1965), Fibras Vegetales y su Producción en América. Tercera Edición – AID - Mexico
5. Enciclopedia Agropecuaria (1995), Producción Agrícola. Tomos I Y II, TERRANOVA, Editores Santafé de Bogota – Colombia.
6. Fibras Vegetales en el Mundo (1995), Aspectos botánicos, calidad y utilidad. Editorial Trillas S.A. de C.V. Mexico
7. HILL, A. F. (1965), Botánica Económica – Plantas Útiles y Productos Vegetales Editorial OMEGA S.A. Barcelona – España.
8. ITINTEC (1982), Instituto Tecnológico Industrial y de Normas Técnicas. Lima – Perú.
9. LASCHERAS, J.M.E. et. al. (1971) Tecnología de los Materiales Industriales Ediciones CEDEL. Barcelona-España.
10. LIBBY, E.C. (1980), Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel. Compañía Editorial CONTINENTAL S.A. México.
11. LINK C. P (1949), FibraTextil, Buenos Aires – Argentina
12. Manual para Educación Agropecuaria (1998), Cultivos de fibras. Area producción vegetal 13 . Argentina

13. MEDINA, J.C. (1958), Plantas Fibrosas de la Flora Industrial. Instituto Agronómico, Campiñas – Brasil.

14. RAFOLS, W. (1985), Aprovechamiento Integral de los Productos Agrícolas, Editorial SALVAT, Barcelona – España.

15. ROBLES, S.R. (1989), Producción de Oleaginosas y Textiles, 2da. Edición, Editorial LIMUSA, S.A. D.F. México

16. ROJAS, T. M. (1991), Métodos Estadísticos para la Investigación U.NS.M.

Facultad de Agronomía, Tarapoto – Perú

17. TORRES, G.J. (2001),Determinación de los estándares de calidad de la fibra de bombonaje ***Carludovica palmata*** para la utilización en la fabricación de sombreros. Tarapoto, U.N.S.M – F.I.A.I

18. VIAN O.A. (1980), Introducción a la Química Industrial, Editorial ALAMBRA, Madrid – España.

19. ZARATE, Z. A. (1992), Guía Práctica de Laboratorio para la Determinación de Análisis en Fibras Textiles, Pieles y Cueros – UNALM – Departamento. Prod. Animal; Lima – Perú.

ANEXOS

Cuadro Nº 01: Datos para la obtención de extraibles en solvente Alcohol - Benceno

SOLVENTE (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
ALCOHOL- BENCENO	2.11	1.12	2.26	2.22	2.33	2.23
	1.20	1.21	1.31	2.01	2.21	2.56
	1.31	1.33	2.35	2.41	2.32	2.30
	1.10	1.21	2.12	1.78	2.15	2.24
PROMEDIO	**1.43**	**1.22**	**2.01**	**2.11**	**2.25**	**2.33**

Cuadro Nº 02: Datos para la obtención de extraibles en solvente Alcohol

SOLVENTE (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
ALCOHOL	2.43	2.32	1.10	1.62	2.24	2.15
	2.60	2.51	2.41	2.15	2.35	2.48
	1.22	1.34	2.41	2.34	2.01	2.60
	1.43	1.31	2.40	1.56	3.32	3.57
PROMEDIO	**1.92**	**1.87**	**2.08**	**1.92**	**2.48**	**2.70**

Cuadro Nº 03: Datos para la obtención de extraibles en solvente Agua

SOLVENTE (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
AGUA	1.24	1.33	1.12	2.56	2.54	2.01
	1.62	1.58	1.26	1.62	1.53	1.45
	1.80	1.75	1.33	2.33	2.20	1.94
	1.26	1.52	1.01	1.53	1.33	2.13
PROMEDIO	**1.48**	**1.55**	**1.18**	**2.01**	**1.90**	**1.88**

Cuadro Nº 04: Datos para la determinación de humedad en fibra de Ramio

COMPONENTE	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
HUMEDAD %	7.80	7.12	8.02	8.23	7.59	7.75
	6.79	7.14	7.58	5.85	8.19	8.16
	7.02	8.15	7.01	7.28	6.83	7.08
	6.12	7.03	6.85	5.79	7.00	6.48
PROMEDIO	**6.93**	**7.36**	**7.37**	**6.79**	**7.40**	**7.37**

Cuadro Nº 05: Datos para la determinación de Lignina en fibra de Ramio

COMPONENTE	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
LIGNINA %	12.13	11.85	11.24	11.21	12.84	12.41
	10.10	11.62	11.77	13.10	12.57	13.30
	9.25	12.22	9.42	10.31	11.73	12.32
	13.00	12.51	10.33	11.34	10.78	12.01
PROMEDIO	**11.12**	**12.05**	**10.69**	**11.49**	**11.98**	**12.51**

Cuadro Nº 06: Datos para la obtención de ceniza en fibra de Ramio

COMPONENTE	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
CENIZA %	2.16	2.29	1.28	2.24	2.23	2.02
	1.67	2.36	2.15	2.33	2.32	2.10
	2.32	2.26	1.37	2.22	2.24	2.08
	2.17	1.24	1.36	1.13	1.11	1.10
PROMEDIO	**2.08**	**2.04**	**1.54**	**1.98**	**1.98**	**1.83**

Cuadro Nº 07: Datos para la determinación de Holocelulosa en fibra de Ramio

COMPONENTE	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
HOLOCELULOSA %	97.28	97.35	97.24	94.54	94.26	97.44
	98.52	89.48	94.12	96.36	93.63	91.55
	92.13	96.21	96.46	96.75	94.75	93.76
	96.03	93.12	95.18	92.39	95.44	95.53
PROMEDIO	**95.99**	**94.04**	**95.75**	**95.01**	**94.52**	**94.57**

Cuadro Nº 08: Datos para la determinación de Celulosa en fibra de Ramio

COMPONENTES (%)	ETAPAS DE CRECIMIENTO (MESES)					
	$A_1 = 2$			$A_2 = 4$		
	T R A T A M I E N T O S					
	TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)			TIEMPO DE ENRIADO (DIAS)		
	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$	$B_1 = 15$	$B_2 = 20$	$B_3 = 30$
CELULOSA	87.45	86.46	87.98	85.66	87.67	87.55
	82.52	80.57	87.86	87.27	85.44	86.56
	83.47	88.44	89.95	86.65	86.56	88.67
	86.36	84.13	88.89	92.42	95.77	96.34
PROMEDIO	**84.95**	**84.90**	**88.67**	**88.00**	**88.86**	**89.78**

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE ..... POR MICROPROYECCION
MUESTRA : .....
RAZON SOCIAL : .....
FECHA : .....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5		
12.5 a 15.0		
15.0 a 17.5		
17.5 a 20.0		
20.0 a 22.5		
22.5 a 25.0		
25.0 a 27.5		
27.5 a 30.0		
30.0 a 32.5		
32.5 a 35.0		
35.0 a 37.5		
37.5 a 40.0		
40.0 a 42.5		
42.5 a 45.0		
45.0 a 47.5		
47.5 a 50.0		
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

n = N° de observaciones..... $E_1 = \sum \frac{fx}{n} = \cdots\cdots\cdots$ $E_2 = \sum \frac{f(x)^2}{n} = \cdots$

A = Punto medio de la celda N° .....

$\bar{X}$ = Diámetro promedio = A + m*E_1= .....

m = Unidad de celda = 2.5 μ

Desviación Stándar = $n\sqrt{E_2 - E_1^2} =$ .....

Coeficiente de Variación = $\frac{D.S.}{\bar{X}} * 100$ = ...

Limites para X un nivel de probabilidad de 0.95 $\bar{X} \pm \frac{1.96 * DS}{\sqrt{n}} = \cdots$

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE : Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_1B_1
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : ....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	30
12.5 a 15.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	45
15.0 a 17.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	80
17.5 a 20.0	IIIII IIIII	120
20.0 a 22.5	IIIII IIIII	150
22.5 a 25.0	IIIII IIIII	140
25.0 a 27.5	IIIII IIIII	135
27.5 a 30.0	IIIII IIIII	155
30.0 a 32.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	100
32.5 a 35.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	50
35.0 a 37.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	30
37.5 a 40.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	25
40.0 a 42.5	IIIII IIIII II	12
42.5 a 45.0	IIIII IIIII	10
45.0 a 47.5	II	2
47.5 a 50.0	IIII	4
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cuadro Nº 09: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_1

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	30	0	0	30	2.76
6	12.5 a 15.0		1	45	45	45	75	6.89
7	15.0 a 17.5		2	80	160	320	155	14.25
8	17.5 a 20.0		3	120	360	1080	275	25.28
9	20.0 a 22.5		4	150	600	2400	425	39.06
10	22.5 a 25.0		5	140	700	3500	565	51.93
11	25.0 a 27.5		6	135	810	4860	700	64.34
12	27.5 a 30.0		7	155	1085	7595	855	78.58
13	30.0 a 32.5		8	100	800	6400	955	87.78
14	32.5 a 35.0		9	50	450	4050	1005	92.37
15	35.0 a 37.5		10	30	300	3000	1035	95.13
16	37.5 a 40.0		11	25	275	3025	1060	97.43
17	40.0 a 42.5		12	12	144	1728	1072	98.53
18	42.5 a 45.0		13	10	130	1690	1082	99.45
19	45.0 a 47.5		14	2	28	392	1084	99.63
20	47.5 a 50.0		15	4	60	900	1088	100.00
TOTAL				**1088**	**5947**	**40985**		

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE: Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_1B_2
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : .....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5	IIIII IIIII IIIII IIIII	20
12.5 a 15.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	40
15.0 a 17.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	50
17.5 a 20.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	52
20.0 a 22.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	60
22.5 a 25.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	90
25.0 a 27.5	IIIII IIIII	120
27.5 a 30.0	IIIII II	132
30.0 a 32.5	IIIII II	112
32.5 a 35.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	80
35.0 a 37.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	50
37.5 a 40.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	30
40.0 a 42.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	32
42.5 a 45.0	IIIII IIIII IIIII	15
45.0 a 47.5		0
47.5 a 50.0	IIIII III	8
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cucadro N° 10: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_2

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	20	0	0	20	2.24
6	12.5 a 15.0		1	40	40	40	60	6.73
7	15.0 a 17.5		2	50	100	200	110	12.35
8	17.5 a 20.0		3	52	156	468	162	18.18
9	20.0 a 22.5		4	60	240	960	222	24.92
10	22.5 a 25.0		5	90	450	2250	312	35.02
11	25.0 a 27.5		6	120	720	4320	432	48.48
12	27.5 a 30.0		7	132	924	6468	564	63.30
13	30.0 a 32.5		8	112	896	7168	676	75.87
14	32.5 a 35.0		9	80	720	6480	756	84.85
15	35.0 a 37.5		10	50	500	5000	806	90.46
16	37.5 a 40.0		11	30	330	3630	836	93.83
17	40.0 a 42.5		12	32	384	4608	868	97.42
18	42.5 a 45.0		13	15	195	2535	883	99.10
19	45.0 a 47.5		14	0	0	0	883	99.10
20	47.5 a 50.0		15	8	120	1800	**891**	**100.00**
TOTAL				**891**	**5775**	**45927**		

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE : Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_1B_3
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : .....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	30
12.5 a 15.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	35
15.0 a 17.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	42
17.5 a 20.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	50
20.0 a 22.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	90
22.5 a 25.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	100
25.0 a 27.5	IIIII IIIII	125
27.5 a 30.0	IIIII IIIII	119
30.0 a 32.5	IIIII IIIII	130
32.5 a 35.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	72
35.0 a 37.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	40
37.5 a 40.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	35
40.0 a 42.5	IIIII IIIII IIIII	15
42.5 a 45.0	IIIII IIIII IIIII III	18
45.0 a 47.5	IIII	4
47.5 a 50.0	I	1
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cucadro N° 11: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_3

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	30	0	0	30	3.31
6	12.5 a 15.0		1	35	35	35	65	7.17
7	15.0 a 17.5		2	42	84	168	107	11.81
8	17.5 a 20.0		3	50	150	450	157	17.33
9	20.0 a 22.5		4	90	360	1440	247	27.26
10	22.5 a 25.0		5	100	500	2500	347	38.30
11	25.0 a 27.5		6	125	750	4500	472	52.10
12	27.5 a 30.0		7	119	833	5831	591	65.23
13	30.0 a 32.5		8	130	1040	8320	721	79.58
14	32.5 a 35.0		9	72	648	5832	793	87.53
15	35.0 a 37.5		10	40	400	4000	833	91.94
16	37.5 a 40.0		11	35	385	4235	868	95.81
17	40.0 a 42.5		12	15	180	2160	883	97.46
18	42.5 a 45.0		13	18	234	3042	901	99.45
19	45.0 a 47.5		14	4	56	784	905	99.89
20	47.5 a 50.0		15	1	15	225	**906**	**100.00**
TOTAL				**906**	**5670**	**43522**		

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE : Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_2B_1
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : ....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII III	48
12.5 a 15.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIII	54
15.0 a 17.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	67
17.5 a 20.0	IIIII I	121
20.0 a 22.5	IIIII IIIII	150
22.5 a 25.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	95
25.0 a 27.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	100
27.5 a 30.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIII	79
30.0 a 32.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	60
32.5 a 35.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII II	72
35.0 a 37.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII III	58
37.5 a 40.0	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	30
40.0 a 42.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	35
42.5 a 45.0	IIIII IIIII IIIII IIII	19
45.0 a 47.5	IIIII IIIII IIIII IIIII IIIII	25
47.5 a 50.0		
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cucadro N° 12: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_1

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	48	0	0	48	4.74
6	12.5 a 15.0		1	54	54	54	102	10.07
7	15.0 a 17.5		2	67	134	268	169	16.68
8	17.5 a 20.0		3	121	363	1089	290	28.63
9	20.0 a 22.5		4	150	600	2400	440	43.44
10	22.5 a 25.0		5	95	475	2375	535	52.81
11	25.0 a 27.5		6	100	600	3600	635	62.69
12	27.5 a 30.0		7	79	553	3871	714	70.48
13	30.0 a 32.5		8	60	480	3840	774	76.41
14	32.5 a 35.0		9	72	648	5832	846	83.51
15	35.0 a 37.5		10	58	580	5800	904	89.24
16	37.5 a 40.0		11	30	330	3630	934	92.20
17	40.0 a 42.5		12	35	420	5040	969	95.66
18	42.5 a 45.0		13	19	247	3211	988	97.53
19	45.0 a 47.5		14	25	350	4900	1013	100.00
TOTAL				**1013**	**5834**	**45910**		

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE : Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_2B_2
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : .....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII III	38
12.5 a 15.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII II	52
15.0 a 17.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII II	72
17.5 a 20.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	120
20.0 a 22.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII III	98
22.5 a 25.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	105
25.0 a 27.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	79
27.5 a 30.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII I	61
30.0 a 32.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	50
32.5 a 35.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII II	67
35.0 a 37.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	55
37.5 a 40.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	59
40.0 a 42.5	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII III	48
42.5 a 45.0	IIII IIII IIII IIII IIII IIII	30
45.0 a 47.5	IIII IIII IIII IIII IIII II	27
47.5 a 50.0		
50.0 a 52.5		
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cucadro N° 13: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_2

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	38	0	0	38	3.95
6	12.5 a 15.0		1	52	52	52	90	9.37
7	15.0 a 17.5		2	72	144	288	162	16.86
8	17.5 a 20.0		3	120	360	1080	282	29.34
9	20.0 a 22.5		4	98	392	1568	380	39.54
10	22.5 a 25.0		5	105	525	2625	485	50.47
11	25.0 a 27.5		6	79	474	2844	564	58.69
12	27.5 a 30.0		7	61	427	2989	625	65.04
13	30.0 a 32.5		8	50	400	3200	675	70.24
14	32.5 a 35.0		9	67	603	5427	742	77.21
15	35.0 a 37.5		10	55	550	5500	797	82.93
16	37.5 a 40.0		11	59	649	7139	856	89.07
17	40.0 a 42.5		12	48	576	6912	904	94.07
18	42.5 a 45.0		13	30	390	5070	934	97.19
19	45.0 a 47.5		14	27	378	5292	961	100.00
20	47.5 a 50.0		15	0	0	0	**961**	**100.00**
TOTAL				**961**	**5920**	**49986**		

FORMATO PARA LA DETERMINACION DE DIAMETRO DE FIBRA

UNIVESIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROGRAMA DE OVINOS Y CAMELIDOS-POCA
LABORATORIO DE FIBRAS (ASTM 2130-72)

DIAMETRO DE : Fibra de Ramio POR MICROPROYECCION
MUESTRA : A_2B_3
RAZON SOCIAL : Tesis - Robert
FECHA : .....

INTERVALO EN MICRONES	FRECUENCIA	TOTAL
5.0 a 7.5		
7.5 a 10.0		
10.0 a 12.5		
12.5 a 15.0	60	
15.0 a 17.5	55	
17.5 a 20.0	87	
20.0 a 22.5	86	
22.5 a 25.0	100	
25.0 a 27.5	156	
27.5 a 30.0	126	
30.0 a 32.5	110	
32.5 a 35.0	120	
35.0 a 37.5	76	
37.5 a 40.0	86	
40.0 a 42.5	66	
42.5 a 45.0	72	
45.0 a 47.5	37	
47.5 a 50.0	28	
50.0 a 52.5	20	
52.5 a 55.0		
55.0 a 57.5		
57.5 a 60.0		
60.0 a 62.5		
62.5 a 65.0		
65.0 a 67.5		
67.5 a 70.0		
70.0 a 72.5		
72.5 a 75.0		
75.0 a 77.5		
77.5 a 80.0		
80.0 a 82.5		
82.5 a 85.0		
85.0 a 87.5		
87.5 a 90.0		
90.0 a 92.5		
92.5 a 95.0		
95.0 a 97.5		
97.5 a 100.0		
100.0 a 102.5		
102.5 a 105.0		
105.0 a 107.5		
107.5 a 110.0		

Cucadro N° 14: Datos para la determinación del diámetro de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_3

CELDA N°	LIMITES DE CELDA	PUNTO MEDIO A	DESVIACION EN CELDAS DESDE A x	FRECUENCIA OBSERVADA f	$\sum fx$	$\sum f(x)^2$	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
5	10.0 a 12.5	11.25	0	60	0	0	60	4.67
6	12.5 a 15.0		1	55	55	55	115	8.95
7	15.0 a 17.5		2	87	174	348	202	15.72
8	17.5 a 20.0		3	86	258	774	288	22.41
9	20.0 a 22.5		4	100	400	1600	388	30.19
10	22.5 a 25.0		5	156	780	3900	544	42.33
11	25.0 a 27.5		6	126	756	4536	670	52.14
12	27.5 a 30.0		7	110	770	5390	780	60.70
13	30.0 a 32.5		8	120	960	7680	900	70.04
14	32.5 a 35.0		9	76	684	6156	976	75.95
15	35.0 a 37.5		10	86	860	8600	1062	82.65
16	37.5 a 40.0		11	66	726	7986	1128	87.78
17	40.0 a 42.5		12	72	864	10368	1200	93.39
18	42.5 a 45.0		13	37	481	6253	1237	96.26
19	45.0 a 47.5		14	28	392	5488	1265	98.44
20	47.5 a 50.0		15	20	300	4500	1285	100.00
TOTAL				**1285**	**8460**	**73634**		

Cuadro Nº 15: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_1

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0040	0.3980	100.0000	929.1911
6.5 a 7.0	0.0056	0.5572	99.6020	829.1911
6.0 a 6.5	0.0090	0.8954	99.0449	729.5891
5.5 a 6.0	0.0180	1.7909	98.1494	630.5442
5.0 a 5.5	0.0250	2.4873	96.3586	532.3948
4.5 a 5.0	0.0700	6.9645	93.8713	436.0362
4.0 a 4.5	0.0890	8.8548	86.9068	342.1650
3.5 a 4.0	0.1389	13.8195	78.0519	255.2582
3.0 a 3.5	0.1425	14.1777	64.2324	177.2062
2.5 a 3.0	0.1860	18.5056	50.0547	112.9738
2.0 a 2.5	0.1217	12.1082	31.5491	62.9191
1.5 a 2.0	0.1181	11.7501	19.4409	31.3700
1.0 a 1.5	0.0467	4.6463	7.6908	11.9292
0.5 a 1.0	0.0186	1.8506	3.0445	4.2384
0.0 a 0.5	0.0120	1.1939	1.1939	1.1939
	1.0051	**100.0000**	**929.1911**	**5086.2004**

Cuadro Nº 16: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_2

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0020	0.1988	100.0000	994.5422
6.5 a 7.0	0.0050	0.4971	99.8012	894.5422
6.0 a 6.5	0.0090	0.8947	99.3041	794.7410
5.5 a 6.0	0.0185	1.8391	98.4094	695.4369
5.0 a 5.5	0.0235	2.3362	96.5702	597.0275
4.5 a 5.0	0.0405	4.0262	94.2340	500.4573
4.0 a 4.5	0.0655	6.5116	90.2078	406.2233
3.5 a 4.0	0.1050	10.4384	83.6962	316.0155
3.0 a 3.5	0.1428	14.1962	73.2578	232.3193
2.5 a 3.0	0.1330	13.2220	59.0615	159.0615
2.0 a 2.5	0.1675	16.6518	45.8395	100.0000
1.5 a 2.0	0.1395	13.8682	29.1878	54.1605
1.0 a 1.5	0.0750	7.4560	15.3196	24.9727
0.5 a 1.0	0.0611	6.0742	7.8636	9.6530
0.0 a 0.5	0.0180	1.7894	1.7894	1.7894
TOTAL	**1.0059**	**100.0000**	**994.5422**	**5780.9424**

Cuadro Nº 17: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_1B_3

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0030	0.2988	100.0000	974.5618
6.5 a 7.0	0.0050	0.4980	99.7012	874.5618
6.0 a 6.5	0.0080	0.7968	99.2032	774.8606
5.5 a 6.0	0.0075	0.7470	98.4064	675.6574
5.0 a 5.5	0.0450	4.4821	97.6594	577.2510
4.5 a 5.0	0.0540	5.3785	93.1773	479.5916
4.0 a 4.5	0.0750	7.4701	87.7988	386.4143
3.5 a 4.0	0.1020	10.1594	80.3287	298.6155
3.0 a 3.5	0.1280	12.7490	70.1693	218.2869
2.5 a 3.0	0.1550	15.4382	57.4203	148.1175
2.0 a 2.5	0.1462	14.5618	41.9821	90.6972
1.5 a 2.0	0.1364	13.5857	27.4203	48.7151
1.0 a 1.5	0.0814	8.1076	13.8347	21.2948
0.5 a 1.0	0.0401	3.9940	5.7271	7.4602
0.0 a 0.5	0.0174	1.7331	1.7331	1.7331
TOTAL	**1.0040**	**100.0000**	**974.5618**	**5577.8187**

Cuadro Nº 18: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_1

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0010	0.0962	100.0000	1018.5577
6.5 a 7.0	0.0050	0.4808	99.9038	918.5577
6.0 a 6.5	0.0080	0.7692	99.4231	818.6538
5.5 a 6.0	0.0185	1.7788	98.6538	719.2308
5.0 a 5.5	0.0235	2.2596	96.8750	620.5769
4.5 a 5.0	0.0405	3.8942	94.6154	523.7019
4.0 a 4.5	0.0655	6.2981	90.7212	429.0865
3.5 a 4.0	0.1050	10.0962	84.4231	338.3654
3.0 a 3.5	0.1430	13.7500	74.3269	253.9423
2.5 a 3.0	0.1330	12.7885	60.5769	179.6154
2.0 a 2.5	0.1190	11.4423	47.7885	119.0385
1.5 a 2.0	0.1530	14.7115	36.3462	71.2500
1.0 a 1.5	0.1200	11.5385	21.6346	34.9038
0.5 a 1.0	0.0720	6.9231	10.0962	13.2692
0.0 a 0.5	0.0330	3.1731	3.1731	3.1731
TOTAL	**1.0400**	**100.0000**	**1018.5577**	**6061.9231**

Cuadro Nº 19: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_2

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0065	0.6499	100.0000	1030.9569
6.5 a 7.0	0.0072	0.7199	99.3501	930.9569
6.0 a 6.5	0.0090	0.8999	98.6301	831.6068
5.5 a 6.0	0.0105	1.0499	97.7302	732.9767
5.0 a 5.5	0.0212	2.1198	96.6803	635.2465
4.5 a 5.0	0.0501	5.0095	94.5605	538.5661
4.0 a 4.5	0.0485	4.8495	89.5510	444.0056
3.5 a 4.0	0.0978	9.7790	84.7015	354.4546
3.0 a 3.5	0.1058	10.5789	74.9225	269.7530
2.5 a 3.0	0.1404	14.0386	64.3436	194.8305
2.0 a 2.5	0.1314	13.1387	50.3050	130.4870
1.5 a 2.0	0.1119	11.1889	37.1663	80.1820
1.0 a 1.5	0.1295	12.9487	25.9774	43.0157
0.5 a 1.0	0.0902	9.0191	13.0287	17.0383
0.0 a 0.5	0.0401	4.0096	4.0096	4.0096
TOTAL	**1.0001**	**100.0000**	**1030.9569**	**6238.0862**

Cuadro N° 20: Datos para la determinación de la longitud de la fibra del Ramio - Muestra A_2B_3

INTERVALO	PESO (Gr)	PORCENTAJE (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	
			1° ACUMULADA	2° ACUMULADA
7.0 a 7.5	0.0040	0.3932	100.0000	1011.5895
6.5 a 7.0	0.0062	0.6095	99.6068	911.5895
6.0 a 6.5	0.0112	1.1010	98.9973	811.9827
5.5 a 6.0	0.0120	1.1796	97.8964	712.9854
5.0 a 5.5	0.0195	1.9168	96.7168	615.0890
4.5 a 5.0	0.0601	5.9078	94.8000	518.3722
4.0 a 4.5	0.0840	8.2572	88.8922	423.5722
3.5 a 4.0	0.0798	7.8443	80.6350	334.6800
3.0 a 3.5	0.1108	10.8916	72.7907	254.0450
2.5 a 3.0	0.1411	13.8700	61.8991	181.2543
2.0 a 2.5	0.1359	13.3589	48.0291	119.3552
1.5 a 2.0	0.1298	12.7593	34.6702	71.3261
1.0 a 1.5	0.1209	11.8844	21.9109	36.6559
0.5 a 1.0	0.0540	5.3082	10.0265	14.7449
0.0 a 0.5	0.0480	4.7184	4.7184	4.7184
TOTAL	**1.0173**	**100.0000**	**1011.5895**	**6021.9601**

Cuadros N° 21 y 22: Determinación de elasticidad de la fibra del Ramio - Método Dinamómetro

MUESTRA: Fibra de 2 meses de crecimiento

TRATAMIENTOS											
A_1B_1				A_1B_2				A_1B_3			
Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf	Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf	Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf
4.9	5.2	0.3	130	4.9	5.2	0.3	100	5.4	5.5	0.1	110
2.3	2.5	0.2	120	5.6	5.8	0.2	110	4.0	4.2	0.2	100
3.5	3.7	0.2	90	4.3	4.7	0.4	100	6.4	6.5	0.1	90
5.3	5.6	0.3	110	6.8	6.9	0.1	90	5.5	5.7	0.2	100
3.0	3.3	0.3	100	6.4	6.5	0.1	90	5.9	6.1	0.2	100
4.8	5.1	0.3	90	5.0	5.3	0.3	90	5.9	6.0	0.1	100
4.0	4.2	0.2	120	6.2	6.4	0.2	100	3.7	3.9	0.2	90
4.0	4.2	0.2	100	4.1	4.2	0.1	80	6.0	6.2	0.2	80
3.1	3.3	0.2	120	5.2	5.3	0.1	80	3.4	3.6	0.2	100
5.9	6.4	0.5	110	3.9	4.0	0.1	90	6.7	6.9	0.2	90
		$\overline{X}$	**109**			$\overline{X}$	**93**			$\overline{X}$	**96**

MUESTRA: Fibra de 4 meses de crecimiento

TRATAMIENTOS											
A_2B_1				A_2B_2				A_2B_3			
Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf	Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf	Li (cm)	Lf (cm)	ΔL	gf
6.1	6.3	0.2	100	6.4	6.5	0.1	100	5.1	5.2	0.1	110
4.0	4.1	0.1	90	7.1	7.3	0.2	90	4.2	4.3	0.1	100
4.3	4.5	0.2	110	4.0	4.3	0.3	100	6.7	7.0	0.3	90
6.9	7.3	0.4	110	6.8	7.0	0.2	90	5.7	5.9	0.2	80
4.9	5.0	0.1	90	7.0	7.2	0.2	100	7.1	7.3	0.2	90
7.0	7.2	0.2	80	4.8	5.0	0.2	90	4.8	5.0	0.2	100
6.9	7.1	0.2	100	5.9	6.1	0.2	80	4.0	4.1	0.1	80
3.8	4.1	0.3	100	3.3	3.4	0.1	90	3.9	4.2	0.3	90
7.4	7.5	0.1	80	7.2	7.3	0.1	110	7.3	7.4	0.1	100
6.8	6.9	0.1	100	6.9	7.1	0.2	80	7.0	7.1	0.1	90
		$\overline{X}$	**96**			$\overline{X}$	**93**			$\overline{X}$	**93**

Cuadro Nº 23: Resistencia a la rotura - Método sistema PRESSLEY

T R A T A M I E N T O S					
A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)	RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)	RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)	RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)	RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)	RESISTENCIA (1000 lb/pulg^2)
108.352	96.418	101.401	103.570	90.315	102.098
106.190	88.511	87.575	81.451	95.213	92.751
96.450	105.402	99.314	89.412	100.078	79.118
99.871	92.316	109.202	92.775	79.801	98.621
101.947	104.212	80.576	101.378	89.498	103.411
98.401	101.714	92.842	100.597	101.052	100.478
102.109	100.304	105.215	89.098	99.671	89.235
108.198	95.892	85.314	92.197	85.358	79.052
104.346	89.756	70.701	102.201	82.914	105.710
109.416	97.410	90.498	78.856	98.212	98.212
$\overline{X}$ **103.528**	$\overline{X}$ **97.194**	$\overline{X}$ **92.264**	$\overline{X}$ **93.154**	$\overline{X}$ **92.211**	$\overline{X}$ **94.869**

A) Celulosa a los 2 y 4 meses de crecimiento y 3 tiempos de enriado

Cuadro Nº 24: Cálculo para el análisis de varianza (ANVA) - Celulosa

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV		
A_1B_1	87.45	82.52	83.47	86.36	**339.80**	84.95
A_1B_2	86.46	80.57	88.44	84.13	**339.60**	84.90
A_1B_3	87.98	87.86	89.95	88.89	**354.68**	88.67
A_2B_1	85.66	87.27	86.65	92.42	**352.00**	88.00
A_2B_2	87.67	85.44	86.56	95.77	**355.44**	88.86
A_2B_3	87.55	86.56	88.67	96.34	**359.12**	89.78
TOTAL	**522.77**	**510.22**	**523.74**	**543.91**	**2100.64**	
$\bar{X}$	87.13	85.04	87.29	90.65		525.16

Cálculos para el Análisis de Varianza

1) Factor de Corrección:

$$C = \frac{y_{..}^2}{rt} = \frac{2100.62^2}{4*6} = 183862.02$$

2) Suma de Cuadrados del Total de las Observaciones:

$$\sum y^2 = \sum_{ij} Y_{ij}^{\ 2} - C$$

$$\sum y^2 = 87.45^2 + \ldots + 96.34^2 - C = 184156.02 - 183862.02 = 294.28$$

3) Suma Cadrados de Bloques

$$SCB = \sum \frac{Y_{ij}^2}{t} - C = \frac{52277^2 + \ldots + 54391^2}{6} - 183862.02 = 97.08$$

4) Suma Cuadrados de Tratamientos:

$$SCT = \sum \frac{Y_{i.}^2}{r} - C = \frac{339.80^2 + \ldots + 359.12^2}{4} - 183862.02 = 87.70$$

5) Suma Cuadrados de Error:

$$SCE = SCT - (SCB + SCT) = 294.28 - (97.08 + 87.70) = 109.50$$

Cuadro Nº 25: ANVA para los datos del cuadro Nº 24

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
Bloques	3	97.08	32.36	4.43	3.29	
Tratamientos	5	87.70	17.54	2.40	2.90	n.s.
Error	15	109.50	7.30			
TOTAL	**23**	**294.28**				

PRUEBA DE DUNCAN

Cálculo de la Desviación Estandar Promedio

$$Sx = \sqrt{\frac{CME}{r}} \qquad Sx = 1.21$$

Cálculo de las Amplitudes Límites de Significacia (ALS)

Para $\alpha = 0.05$ con GLE 15
AES (Amplitudes Estudiatizadas Significativas)

Valores de P	2	3	4	5	6
AES	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36
$Sx = 1.21$					
ALS	3.64	3.82	3.93	4.01	4.07

Escala de Comparación con Medias Crecientes

Clave	A_1B_2	A_1B_1	A_2B_1	A_1B_3	A_2B_2	A_2B_3
Promedio	84.90	84.95	88.00	88.67	88.86	89.78
Tratamientos	2	1	4	3	5	6

Cuadro Nº 26: Comparación y significancia para la concentración de Celulosa

COMPARACIÓN	DIFERENCIA ABSOLUTA	A. L. S.	SIGNIFICANCIA
A_2B_3 Vs A_1B_2	4.88	4.07	*
A_2B_3 Vs A_1B_1	4.83	4.01	*
A_2B_3 Vs A_2B_1	1.78	3.93	n.s.
A_2B_3 Vs A_1B_3	1.11	3.82	n.s.
A_2B_3 Vs A_2B_2	0.92	3.64	n.s.
A_2B_2 Vs A_1B_2	3.96	4.01	n.s.
A_2B_2 Vs A_1B_1	3.91	3.93	n.s.
A_2B_2 Vs A_2B_1	0.86	3.82	n.s.
A_2B_2 Vs A_1B_3	0.19	3.64	n.s.
A_1B_3 Vs A_1B_2	3.77	3.93	n.s.
A_1B_3 Vs A_1B_1	3.72	3.82	n.s.
A_1B_3 Vs A_2B_1	0.67	3.64	n.s.
A_2B_1 Vs A_1B_2	3.10	3.82	n.s.
A_2B_1 Vs A_1B_1	3.05	3.64	n.s.
A_1B_1 Vs A_1B_2	0.05	3.64	n.s.

B) Elasticidad de la Fibra del Ramio, a los 2 y 4 meses de crecimiento y 3 tiempos de enriado

Cuadro Nº 27: Cálculo para el análisis de varianza (ANVA) - Elasticidad

TRATAMIENTOS	BLOQUES										TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
A_1B_1	130.00	120.00	90.00	110.00	100.00	90.00	120.00	100.00	120.00	110.00	**1090.00**	109.00
A_1B_2	100.00	110.00	100.00	90.00	90.00	90.00	100.00	80.00	80.00	90.00	**930.00**	93.00
A_1B_3	110.00	100.00	90.00	100.00	100.00	100.00	90.00	80.00	100.00	90.00	**960.00**	96.00
A_2B_1	100.00	90.00	110.00	110.00	90.00	80.00	100.00	100.00	80.00	100.00	**960.00**	96.00
A_2B_2	100.00	90.00	100.00	90.00	100.00	90.00	80.00	90.00	110.00	80.00	**930.00**	93.00
A_1B_3	110.00	100.00	90.00	80.00	90.00	100.00	80.00	90.00	100.00	90.00	**930.00**	93.00
TOTAL	**650.00**	**610.00**	**580.00**	**580.00**	**570.00**	**550.00**	**570.00**	**540.00**	**590.00**	**560.00**	**5800.00**	
$\bar{X}$	108.33	101.67	96.67	96.67	95.00	91.67	95.00	90.00	98.33	93.33		580.00

Cálculos para el Análisis de Varianza

1) Factor de Correccion:

$$C = \frac{Y_i^2}{r*t} = \frac{5800.00^2}{10*6} = 560666.67$$

2) Suma de Cuadrados del Total de las Observaciones: $\sum Y^2 = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - C$

$$\sum Y^2 = 130^2 + 120^2 + \cdots + 90^2 - 560666.67 = 7333.33$$

3) Suma Cadrados de Bloques:

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j}^2}{t} - C = \frac{650^2 + 610^2 + \cdots + 560^2}{6} - 560666.67 = 1499.997$$

4) Suma Cuadrados de Tratamientos:

$$SCT = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - C = \frac{1090^2 + 930^2 + \cdots + 930^2}{10} - 560666.67 = 1933.33$$

5) Suma Cuadrados de Error:

$$SCE = SCT - (SCB + SCTrat.) = 7333.33 - (1499.997 + 1933.33) = 3900.003$$

Cuadro Nº 28: ANVA para el cuadro Nº 27

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
Bloques	9	1499.997	166.67	1.92		
Tratamientos	5	1933.330	386.67	4.46	2.43	*
Error	45	3900.003	86.67			
TOTAL	**45**	**7333.33**				

Coeficiente de Variabilidad: $CV = \frac{\sqrt{CM}}{\bar{X}} * 100 = \frac{\sqrt{86.67}}{96.67} * 100 = 9.63\%$

PRUEBA DE DUNCAN

Cálculo de la Desviación Estandar Promedio:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CMe}{t}} = \sqrt{\frac{86.67}{5}} = 4.16$$

Cálculo de las Amplitudes Límites de Significacia (ALS)

Para $\alpha = 0.05$ **:on GLE 45 ; $F_{0.05}(5,45)$**
AES (Amplitudes Estudiatizadas Significativas)

Valores de P	2	3	4	5	6
AES	2.85	3.00	3.10	3.16	3.21
$S\bar{x} = 4.16$					
ALS	11.856	12.48	12.896	13.146	13.354

Escala de Comparación con Medias Crecientes

Clave	A_1B_2	A_2B_2	A_3B_3	A_1B_3	A_2B_1	A_1B_1
Promedio	93.00	93.00	93	96.00	96.00	109.00
Tratamientos	2	5	6	3	4	1

Cuadro Nº 29: Comparación y significancia para la elasticidad de la fibra del Ramio

COMPARACIÓN	DIFERENCIA ABSOLUTA	A. L. S.	SIGNIFICANCIA
A_1B_1 Vs A_1B_2	16.00	13.354	*
A_1B_1 Vs A_2B_2	16.00	13.146	*
A_1B_1 Vs A_3B_3	16.00	12.896	*
A_1B_1 Vs A_1B_3	13.00	12.480	*
A_1B_1 Vs A_2B_1	13.00	11.856	*
A_2B_1 Vs A_1B_2	3.00	13.146	n.s.
A_2B_1 Vs A_2B_2	3.00	12.896	n.s.
A_2B_1 Vs A_3B_3	3.00	12.480	n.s.
A_2B_1 Vs A_1B_3	0.00	11.856	n.s.
A_1B_3 Vs A_1B_2	3.00	12.896	n.s.
A_1B_3 Vs A_2B_2	3.00	12.480	n.s.
A_1B_3 Vs A_3B_3	3.00	11.856	n.s.
A_2B_3 Vs A_1B_2	0.00	12.480	n.s.
A_2B_3 Vs A_2B_2	0.00	11.856	n.s.
A_2B_2 Vs A_1B_2	0.00	11.856	n.s.

C) Resistencia de la Fibra del Ramio, a los 2 y 4 meses de crecimiento y 3 tiempos de enriado

Cuadro Nº 30: Cálculo para el análisis de varianza (ANVA) - Resistencia a la rotura

TRATAMIENTOS	BLOQUES										TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
A_1B_1	108.352	106.190	96.450	99.871	101.947	98.401	102.109	108.198	104.346	109.416	1035.280	103.528
A_1B_2	96.418	88.511	105.402	92.316	104.212	101.714	100.304	95.892	89.756	97.410	971.935	97.194
A_1B_3	101.401	87.575	99.314	109.202	80.576	92.842	105.215	85.314	70.701	90.498	922.638	92.264
A_2B_1	103.570	81.451	89.412	92.775	101.378	100.597	89.098	92.197	102.201	78.856	931.535	93.154
A_2B_2	90.315	95.203	100.078	79.801	89.498	101.052	99.671	85.358	82.914	98.212	922.102	92.210
A_2B_3	102.098	92.751	79.118	98.621	103.411	100.478	89.235	79.052	105.710	98.212	948.686	94.869
TOTAL	602.154	551.681	569.774	572.586	581.022	595.084	585.632	546.011	555.628	572.604	5732.176	
$\bar{X}$	100.359	91.947	94.962	95.431	96.837	99.181	97.605	91.002	92.605	95.434		573.218

Cálculos para el Análisis de Varianza

1) Factor de Corrección:

$$C = \frac{Y_i^2}{r*t} = \frac{5732176^2}{10*6} = 547630695$$

2) Suma de Cuadrados del Total de las Observaciones: $SCT = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - C$

SCT = $108.352^2 + ... + 98.21^2$ - C = 552383.549 - 547630.695 = 4752.854

3) Suma Cadrados de Bloques: $SCB = \sum \frac{Y_{ij}^2}{t} - C$

$$SCB = \frac{602154^2 + ... + 572604^2}{6} - 547630695 = 509422$$

4) Suma Cuadrados de Tratamientos:

$$SCT = \frac{1035280^2 + ... + 948686^2}{10} - 547630695 = 945093$$

5) Suma Cuadrados de Error:

$$SCE = SCT - (SCB + SCT) = 4752.854 - (509.422 + 945.093) = 3298.339$$

Cuadro Nº 31: ANVA para los datos del cuadro Nº 30

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
Bloques	9	509.422	56.602	0.77		
Tratamientos	5	945.093	189.019	2.58	2.62	n.s
Error	45	3298.339	73.296			
TOTAL	59	4752.854				

Coeficiente de Variabilidad:

$$CV = \frac{\sqrt{73.296}}{95.537} * 100 = 8.96\%$$

PRUEBA DE DUNCAN

Cálculo de la Desviación Estandar Promedio:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CME}{r}} = \sqrt{\frac{73.296}{5}} = 3.829$$

Cálculo de las Amplitudes Límites de Significancia (ALS)

Para $\alpha = 0.05$ **con GLE 45 ; $F_{0.05}(5,45)$**
AES (Amplitudes Estudiatizadas Significativas)

Valores de P	2	3	4	5	6
AES	2.85	3.00	3.10	3.16	3.21
$S\bar{x} = 3.829$					
ALS	10.913	11.487	11.870	12.100	12.291

Escala de Comparación con Medias Crecientes:

Clave	A_2B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_3	A_1B_2	A_1B_1
Promedio	92.210	92.264	93.154	94.869	97.194	103.528
Tratamientos	6	5	4	3	2	1

Cuadro Nº 32: Comparación y significancia para la resistencia a la rotura de la fibra del Ramio

COMPARACIÓN	DIFERENCIA ABSOLUTA	A. L. S.	SIGNIFICANCIA
A_1B_1 Vs A_2B_2	11.318	12.291	n.s.
A_1B_1 Vs A_1B_3	11.264	12.100	n.s.
A_1B_1 Vs A_2B_1	10.374	11.870	n.s.
A_1B_1 Vs A_2B_3	8.659	11.487	n.s.
A_1B_1 Vs A_1B_2	6.334	10.913	n.s.
A_1B_2 Vs A_2B_2	4.984	12.100	n.s.
A_1B_2 Vs A_1B_3	4.930	11.870	n.s.
A_1B_2 Vs A_2B_1	4.040	11.487	n.s.
A_1B_2 Vs A_2B_3	2.325	10.913	n.s.
A_2B_3 Vs A_2B_2	2.659	11.870	n.s.
A_2B_3 Vs A_1B_3	2.605	11.487	n.s.
A_2B_3 Vs A_2B_1	1.715	10.913	n.s.
A_2B_1 Vs A_2B_2	0.944	11.487	n.s.
A_2B_1 Vs A_1B_3	0.890	10.913	n.s.
A_2B_2 Vs A_1B_1	0.054	10.913	n.s.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
BIBLIOTECA
TARAPOTO