

677(24)

INVESTIGACIONES SOBRE KENAF

(HIBISCUS CANNABINUS)

INVESTIGACION PRELIMINAR  
SOBRE LOS CONSTITUYENTES  
DE LA CORTEZA

TESIS PROFESIONAL  
JOSE J. MORENO SAHAGUN



MEXICO, D. F., 1953



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*1. Hoja. d. d. t.  
2. Hoja. . . .*

377(04)

INVESTIGACIONES SOBRE KENAF  
(HIBISCUS CANNABINUS)

INVESTIGACION PRELIMINAR  
SOBRE LOS CONSTITUYENTES  
DE LA CORTEZA

TESIS  
QUE PRESENTA PARA SU EXAMEN PROFESIONAL  
DE QUIMICO  
JOSE J. MORENO SAHAGUN  
ANTE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA BERZELIUS  
(INCORPORADA)



LABORATORIO DE BIOQUIMICA APLICADA  
I M I T  
BANCO DE MEXICO. S. A.  
MEXICO. D. F.. 1953

QUIMICA

**A mis padres y hermanas.**

**A Don Luis M. Vereca, maestro y amigo.**

**A mis maestros y compañeros.**

**Mi reconocimiento al Ing. Gonzalo Robles, jefe de la Oficina de Investigaciones Industriales y al Ing. José R. Alcaraz del Departamento de Educación y Becas, por su gentil asistencia.**

**A los Sres. Ing. Manuel F. Escandón, Director General y Dr. Milton E. Nelson, Director de los Laboratorios del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas por las atenciones y facilidades que se sirvieron brindarme durante el desarrollo de este trabajo.**

## **SUMARIO:**

**CAPITULO I. A) INTRODUCCION**

**B) PLAN DE LA INVESTIGACION**

**CAPITULO II. DESARROLLO EXPERIMENTAL**

**CAPITULO III. RESULTADOS ANALITICOS**

**CAPITULO IV. CONCLUSIONES**

**CAPITULO V. A) BIBLIOGRAFIA ESPECIAL**

**B) BIBLIOGRAFIA GENERAL**

## CAPITULO I

## INTRODUCCION

### *EL Kenaf como sustituto del Yute.*

Las fibras duras han constituido para México una de sus más importantes fuentes de ingresos, por lo que nuestro país ha adquirido una sólida reputación como exportador de las mismas, entre las que se distinguen el Henequén (*Agave fourcroydes*), el Ixtle de Tula (*Agave lechuguilla*), el Ixtle de Jau-mave (*Agave funkiana*), y el Ixtle de Palma (*Samuela carnosana*).

Sin embargo, México no ha logrado producir fibras satisfactorias para la elaboración de sacos y costales para diversos usos y debido a esta situación nos hemos visto precisados a utilizar fibras inadecuadas. De acuerdo con publicación reciente (1) el país ha llegado a importar anualmente ciertas cantidades de yute, tanto en bruto como ya elaborado, alcanzando un promedio anual, en ocasiones, de 200 toneladas como costales, 200 toneladas en bruto o hilazas y 36 toneladas de mecha de yute (1949).

El problema se ha hecho más severo por la difícil situación política creada en la India y en el Pakistán, los cuales normalmente producen el 98% del yute que se utiliza en el mundo (1).

En la actualidad el futuro del yute es bien incierto ya que en Pakistán produce la mayor parte de esta fibra, la que sin embargo es beneficiada principalmente en plantas que se encuentran localizadas en la India. Debido al desnivel de su moneda con respecto a la del Pakistán, la India se ve obligada a pagar un sobreprecio muy alto por la materia prima. Esta si-

tución ha traído consigo una elevación de los costos de producción y del precio de la fibra en el mercado mundial (1).

Con la segunda guerra mundial, las Naciones del Hemisferio Occidental se han esforzado en producir una fibra que fácilmente pueda substituir al yute, principalmente en el caso de una emergencia. De poderse producir este substituto económicamente, reduciendo además el tiempo de entrega a las numerosas industrias que utilizan yute como materia prima, el establecimiento de dicho cultivo podría además consolidarse permanentemente. (1)

Argentina y Brasil han intentado producir yute para cubrir su demanda interna; la primera de estas naciones sólo experimentalmente, mientras que el Brasil ha logrado ya una producción comercial a partir de 1946 que sin embargo no ha bastado para cubrir sus necesidades.

Los progresos más notorios en lo que se refiere a la substitución del yute por otra fibra equivalente que cubra la demanda del Hemisferio Occidental se refieren al cultivo del Kenaf. Esta fibra se cultiva experimentalmente en los Estados Unidos, particularmente en la Florida y en el Salvador, Cuba, Haití, Puerto Rico y otras partes Centro y Sudamericanas. En los últimos años también se ha extendido su cultivo en algunos Estados de la República Mexicana, Sinaloa y Nayarit, principalmente.

Por lo dicho podría apreciarse el gran interés que tiene esta fibra para la industria mexicana, ya que de lograrse su desarrollo agrícola e industrial tendría gran demanda no sólo nacional sino también como materia prima de exportación.

#### *Características del Kenaf (Hibiscus Cannabinus).*

El Kenaf se conoce bajo diversos nombres, según el lugar de origen, siendo los principales los siguientes: Meshta pat o Mesat en Bengala (20); Patua, Kuarum, Channa y Amla patua en Bihar; Ambari o Ambadi en Bombay (20); Goqu y Pulichai en Madrás; y otros nombres como fibra de Decem, Emilipatan yute, fibra de Gunea (7), Papaulo y Wild Stock Rose (20), Indian Hemp, Hemp of San Francisco, etc. Se le ha confundido frecuentemente con la Rosella "Hibiscus Sabdariffa var. altissima", la cual es ciertamente distinta. El nombre de Kenaf proviene probablemente de su nombre persa que es Kanaff.

Es una planta de la familia de las malváceas, anual, puede fácilmente alcanzar una altura de 4 metros, teniendo un diámetro promedio de 1.26 cms., según las condiciones del suelo y el clima, desarrollándose mejor en los climas tropicales o subtropicales.

El tallo es espinoso, sus flores son de color amarillo azufre pálido, de pétalos no unidos al cáliz; la semilla es dura, triangular, de ángulos pronunciados, color café oscuro, relativamente pequeña.

La fibra está situada en el parénquima de la corteza y es totalmente ajena al corazón de la planta. Su composición química es similar a la del yute (7), y su color blanco, grisáceo o amarillento varía según el proceso que se emplee para extraerla y beneficiarla.

### Cultivo.

Según informe del Ing. Blanco M. (1), el suelo más apropiado para el mejor desarrollo del Kenaf es un migajón arenoso bien drenado, con reacción neutra, y con bastante humus.

Las parcelas destinadas a producir semilla suelen sembrarse independientes de las dedicadas a la producción de fibra, siguiéndose en ambos casos técnicas diferentes de cultivo.

El tiempo para sembrar es al principiar la época de lluvia y el desarrollo puede durar entre 100 y 150 días. Las parcelas destinadas a producir semilla se dejan desarrollar de 120 a 160 días.

El Kenaf crece tan rápidamente que suele dominar el desarrollo de las hierbas perjudiciales a su crecimiento, requiriendo generalmente poca labor en el periodo comprendido entre la siembra y la cosecha.

El Kenaf durante todo su ciclo vegetativo es muy sensible a la cantidad de luz solar que recibe (2). Cuando una variedad determinada recibe cantidades subóptimas de luz, empieza a producir yemas y flores prematuramente y finalmente semilla, obteniéndose un desarrollo mínimo de la misma. Durante la producción de semilla, el tallo crece más lentamente y contiene proporcionalmente menos fibra. Los climas donde mejor se desarrolla son el tropical y el subtropical, donde es muy alto el coeficiente de luz día.

Los rendimientos de fibra varían entre 1,100 a 5,500 lbs. por hectárea (2) con un promedio de 3,700 lbs.

La fibra puede almacenarse durante meses sin deteriorarse sensiblemente, manteniéndola seca y a la sombra.

El rendimiento promedio de semillas es de 675 a 1,350 lbs hectárea.

### *Procesos de Obtención de la Fibra.*

El proceso rudimentario de obtención de fibras similares (Yute) usado sobre todo en la India, consiste en sumergir los tallos enteros en agua, dejándolos durante varios días hasta que el parénquima exterior sufre un reblandecimiento con disolución parcial o total posterior, gracias a la acción de enzimas producidas por germenés presentes. Al cabo de un tiempo que generalmente varía entre 10 y 25 días se separa la fibra de los tallos manualmente, sometiéndola a lavado y secado.

Este procedimiento resulta muy costoso en América debido principalmente al costo más elevado de mano de obra y a otros factores económicos.

El tiempo requerido para llevar a cabo esta operación además de ser excesivo, no es de suyo uniforme, lo que trae consigo la producción irregular de fibra de calidad variable.

En virtud de esta situación, varios países se han preocupado en desarrollar un método rápido de producción de la fibra y por medio del cual se logre un producto de calidad uniforme a bajo costo.

Se han estudiado diversos métodos para la obtención de la fibra, los que pueden agruparse fundamentalmente en tres grupos:

#### *1.—Desfibración Mecánica.*

La desfibración mecánica que se ha aplicado con mucho éxito en el caso del henequén, o sisal, ramio, abacá y otras fibras (2) se ha pretendido aplicar al Kenaf. En Cuba y Florida (21) se ha experimentado extensamente con diversos diseños de adaptación al Kenaf que básicamente utilizan el principio del "raspador". Los estudios de las estaciones experimentales de Cuba y Florida han incluido investigaciones sobre el efecto de diversas condiciones de la planta a

desfibrar, así como rendimientos y calidad de producto elaborado. Las máquinas se comportan en forma variable según las características y condiciones de la planta.

La planta verde suele responder mejor en la desfibración que la planta parcial o totalmente seca. Los rendimientos en fibra son generalmente más elevados empleando materia prima verde que para cualquier condición de humedad intermedia.

Aun cuando la tendencia al empleo de máquinas decortificadoras se justifica para muchas fibras por la rapidez y fácil control del proceso (lo que redundaría en una disminución sensible de los costos de producción), el Kenaf ha demostrado a la larga, prestarse poco para este tipo de desfibración. La resistencia de la fibra aún "en verde" no parece permitir la aplicación eficiente de la desfibración mecánica, ya que son bien conocidas las dificultades con que se ha tropezado en este renglón y muy particularmente en lo referente a rendimiento y a la calidad de la fibra final que se obtiene. La inversión inicial en maquinaria para este tipo de desfibración es desde luego muy elevada pero a pesar de ello se presume que de poder aplicarse este sistema, el costo de producción resultaría considerablemente reducido, por la rapidez que el procedimiento permite.

## 2.—Obtención de la Fibra por Métodos Químicos.—

Se han ensayado numerosas fórmulas para la obtención de la fibra, habiéndose obtenido en muchos casos resultados alentadores y altos rendimientos. Este proceso requiere poca mano de obra y el tiempo de tratamiento puede ser muy corto (2). La desventaja aparente consiste en que la fibra suele afectarse en sus cualidades de elasticidad, resistencia, brillo, etc. Estos procesos se consideran en general de alto costo sobre todo por la utilización de reactivos de precios relativamente elevados y de difícil recuperación.

## 3.—Obtención Microbiológica de la Fibra (Enriado).

Estos métodos representan diversos grados de desarrollo del proceso primitivo de la extracción. Se designan con el término general de enriado y consisten en la degradación parcial de los materiales del patenquima que mantiene las

fibras unidas en la corteza. Esta degradación se efectúa por la acción de ciertas enzimas producidas metabólicamente por los microorganismos de la flora presente en el Kenaf, agua, aire, etc.

Los métodos modernos pretenden controlar los procesos degradativos que tienen lugar durante el desarrollo de dicha flora. El control de factores tales como temperatura, acidez, aereación, tipos y concentración de la flora contaminante, nutrientes o inhibidores, etc., permiten lograr resultados uniformes y reducir sensiblemente el tiempo del enriado.

Mediante este sistema de control, se ha logrado ya la producción de fibra de buena calidad y altos rendimientos, así como la disminución del tiempo de enriado (2).

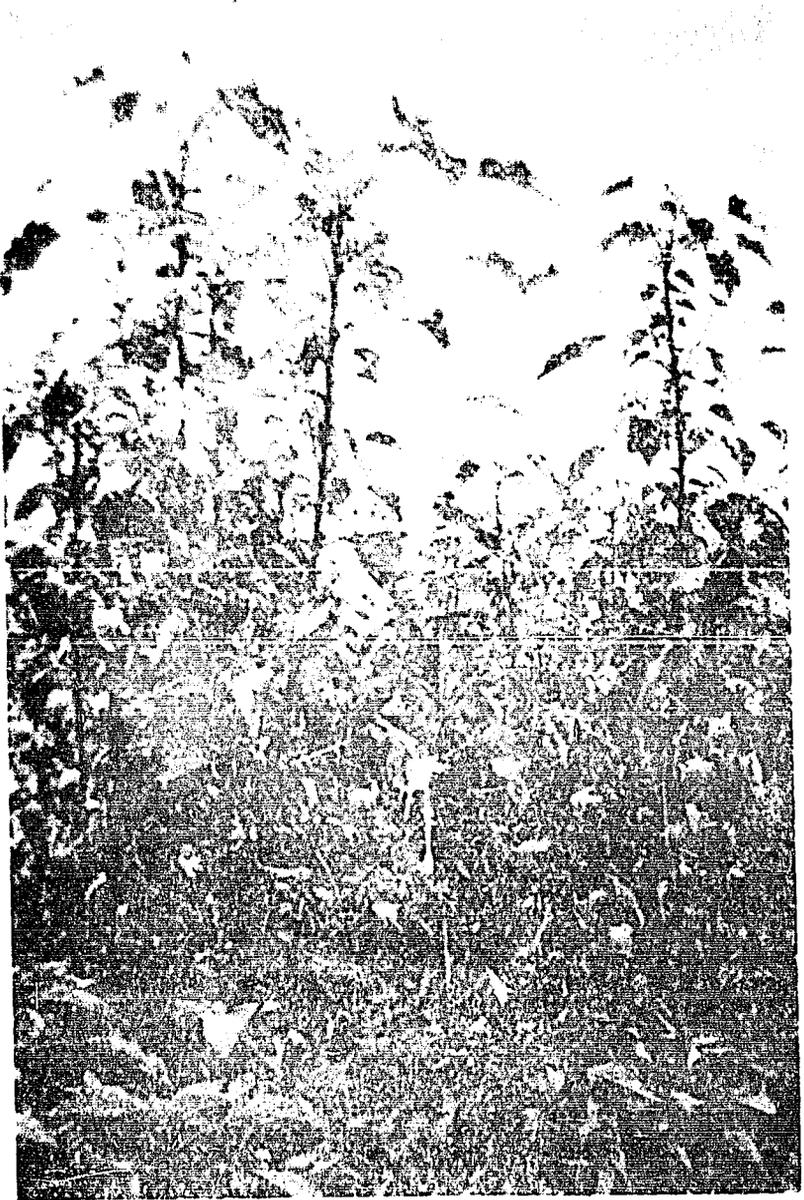
#### *Separación Previa Mecánica de la Corteza.*

Ya que la fibra de Kenaf se encuentra en la corteza de la planta y para evitar el manejo de grandes volúmenes de material, se han desarrollado máquinas destinadas a separarla del corazón de la misma y extraer exclusivamente la corteza en cuestión.

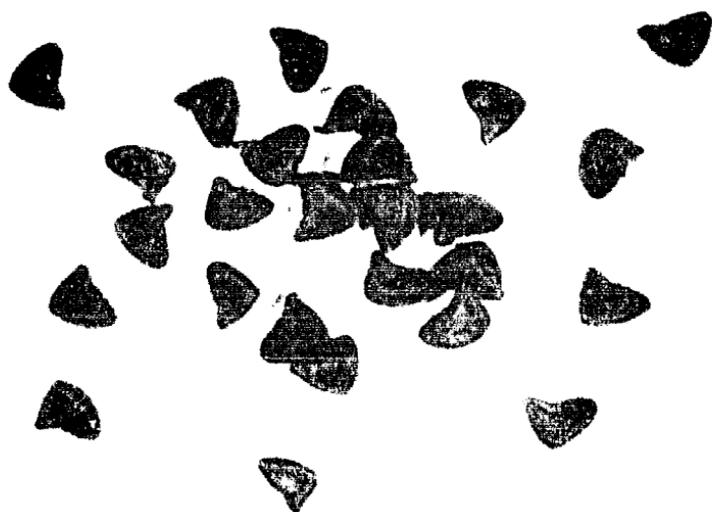
Existen en el mercado diversos tipos de estas máquinas y se investigan en la actualidad otros modelos que pretenden resolver simultáneamente la cosecha y la decortización de la planta, en una sola operación.

#### *Usos y Aplicaciones de la Fibra.*

El Kenaf se puede utilizar en la fabricación de costales, cordelería, alfombras, tapetes, relleno de colchones, arpillera, fusibles de seguridad para la industria minera, forro interior de alambres y cables eléctricos y como materia prima para la fabricación de ciertas clases de papel y materias plásticas. (1)



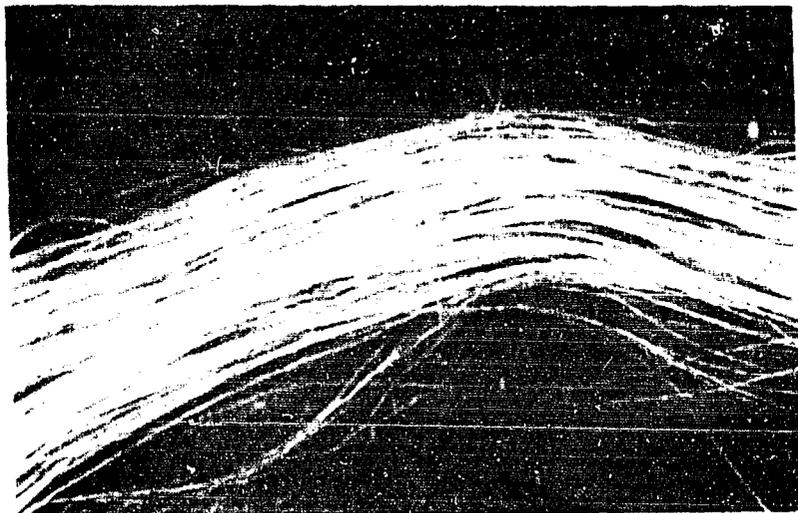
*Planta de Kenda - Morelos*



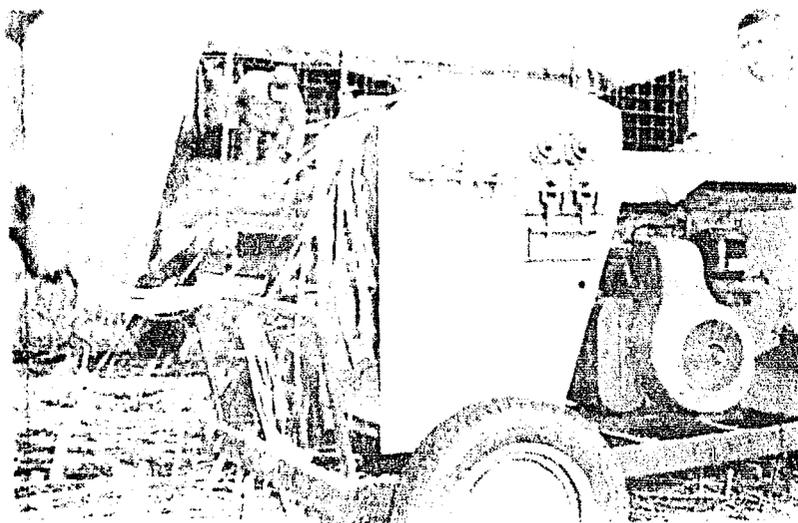
*Semilla de Kenaf (Aumentada 4 veces).*



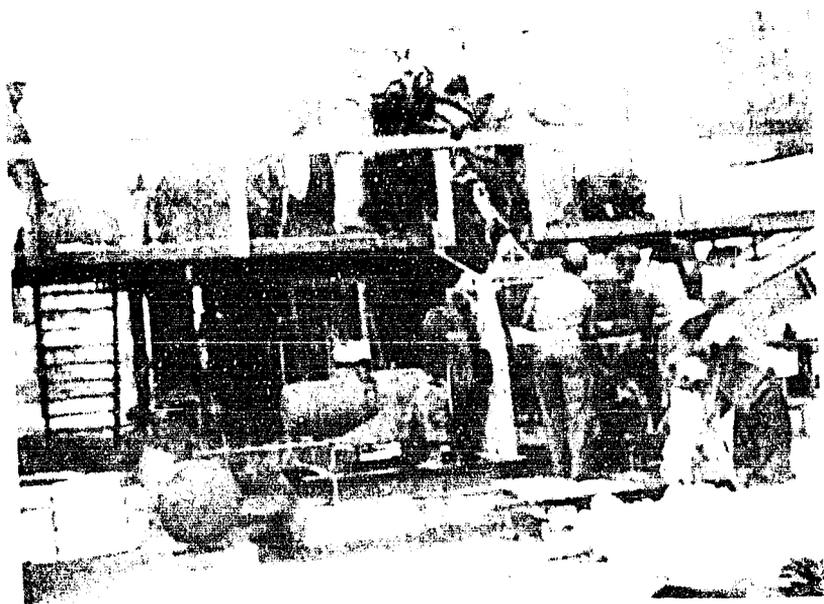
*Corteza de Kenaf.*



*Fibra obtenida por el método microbiológico.*



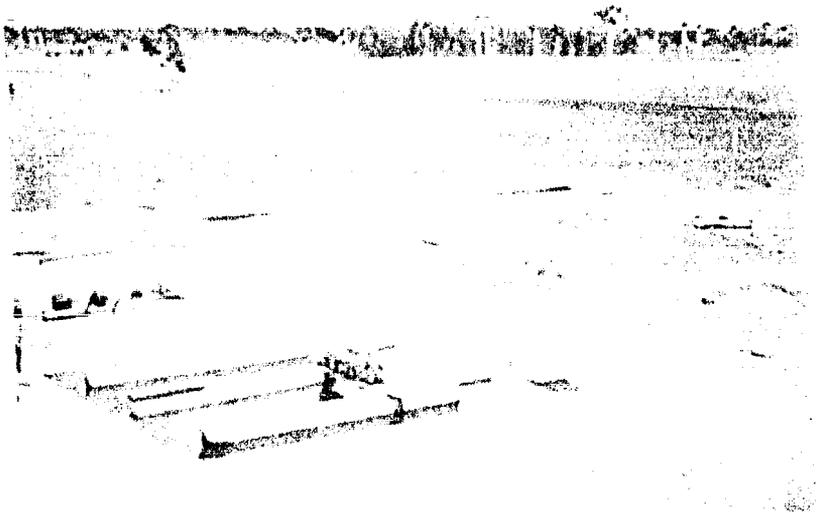
*Máquina descortezadora (Cuba).*



Mojando y desollando el algodón en Cuba.

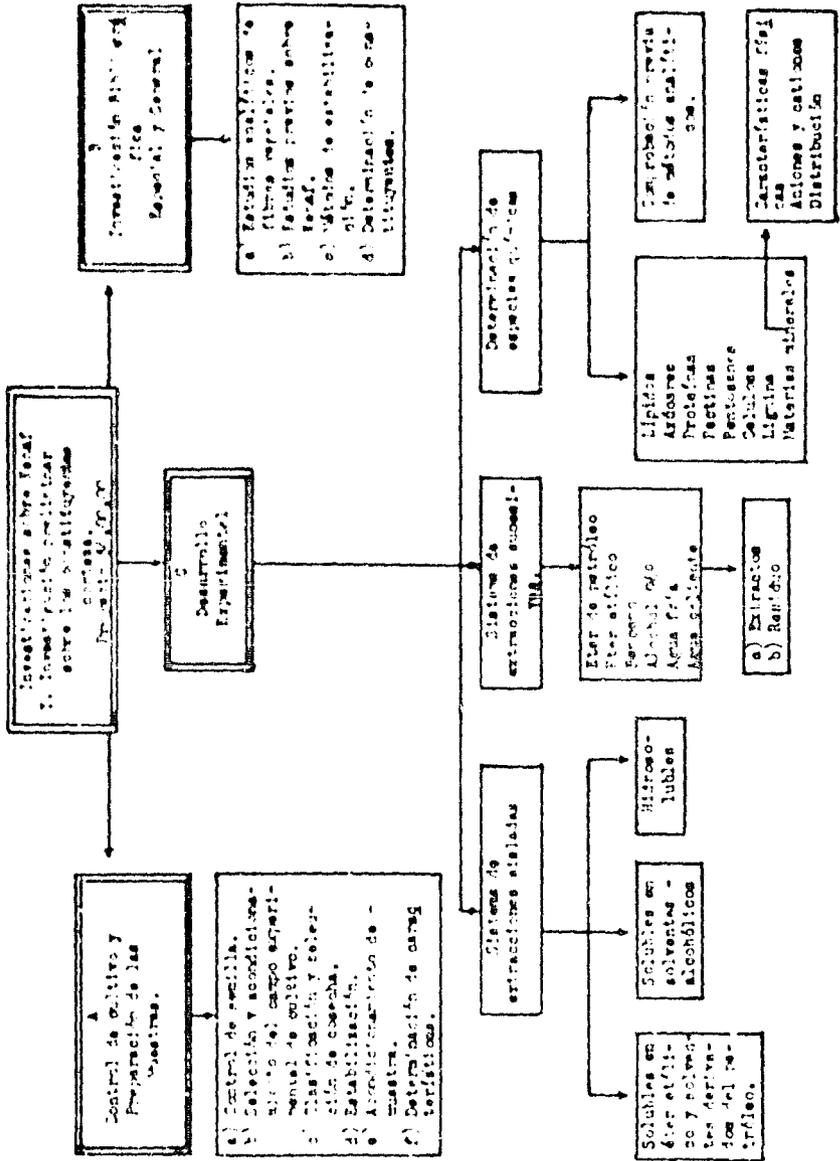


Secado de la fibra (Cuba).



*Tanques de enviado (Cuba).*

**PLA. EL INTERCAMBIO**



## CAPITULO II

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el mejor desarrollo de la investigación, el I. M. I. T., estableció un cultivo experimental en la Hacienda de San Gabriel de puente de Ixtla, Estado de Morelos; sembrada con semilla proveniente de cultivos de Culiacán, de la Empresa Cañamera Mexicana, S. A., de esta plantación se obtuvo el material experimental empleado en los estudios de esta tesis.

### *Preparación de la Muestra.*

Las plantas cosechadas para los fines de esta investigación se cultivaron durante tres meses y su desarrollo fué motivo de observación sistemática. La cosecha tuvo lugar una vez que la floración se inició en la gran mayoría de las plantas y cuando aún no habían fructificado. Los tallos se cortaron a 30 cm. del suelo y se despuntaron de modo de obtener en todo caso una longitud de 2 mts.

Se clasificaron los tallos según su grosor en 3 fracciones respectivamente menos gruesas, denominándose estas: A, B, y C. Se cortaron a la mitad, designando con el número 1 a la inferior, y con el número 2 a la superior; finalmente cada una de estas fracciones se subdividió en tres partes, llamando a estos tercios: a, b y c para la fracción 1; y c, d y e a las de la fracción 2; de manera que cada fracción de la planta queda clasificada según la combinación de las tres iniciales.

Estas fracciones se descortezaron manualmente, y se estabilizaron por secado rápido a 50 C., con corriente de aire, dejándolas posteriormente varios días expuestas a la humedad ambiente, hasta equilibrio aparente. Se molieron en molino de

martillos Raymond, usando malla de 100 orificios por centímetro cuadrado, de 0.55 mm. de diámetro. El polvo obtenido se pasó por malla 70, y la fracción gruesa se remolió hasta que pasó la totalidad por dicha malla. En esta forma el producto total corresponde a una granulometría por a malla 70.

Las fracciones de cintas que se usaron para la preparación de la muestra, corresponden sensiblemente a 12 cintas del largo completo de una planta promedio.

Por tanto, representan las diversas características físicas y químicas que varían longitudinalmente en la planta, tomando en consideración que el grado de lignificación y distribución de componentes tales como hemicelulosas, celulosas, pectina, etc., puede variar en esa dimensión en el tallo (22).

12 cintas de A1 (a, b, c) que pesaron:	173	grs.
12 .. .. A2 (d, e, f) que pesaron:	190	..
12 .. .. B1 (a, b, c) que pesaron:	137	..
12 .. .. B2 (d, e, f) que pesaron:	150	..
12 .. .. C1 (a, b, c) que pesaron:	85	..
12 .. .. C2 (d, e, f) que pesaron:	97	..
Total:		832

Esta muestra ya molida se dejó dos días a temperatura y humedad ambientes, y después se guardó en frasco cerrado, observando de tiempo en tiempo cualquier variación de humedad.

#### *Granulometría de la Muestra.*---

10 gramos de la muestra se tamizaron en mallas standard, agitando mecánicamente durante 1 hora, y se pesaron las fracciones retenidas en cada malla.

Retención en mallas	Por ciento
Malla 80:	13.5
.. 100:	15.1
.. 200:	45.2
Inferior a 200:	26.2

### *Humedad de la Muestra.*

Muestras de polvo de Kenaf, fueron secadas a 100-110° C hasta peso constante (1 1/2 horas), obteniéndose la humedad por diferencia en peso (16).

Humedad: 6.15 por ciento

### *Materia Mineral.*

Muestras de aproximadamente 15 grs. fueron sometidas a calcinación, primero a la flama directa y luego a 600°C., en la mufla hasta peso constante (4 horas) (16).

Cenizas: 7.32 por ciento

### *Extraccion Sistemática de la Corteza.*

Una vez preparada convenientemente la muestra y caracterizada por lo que se refiere a su humedad, contenido de materia mineral y por lo que toca a su granulometría; se procedió a estudiar el comportamiento de diversos solventes con fines exploratorios con objeto de obtener indicaciones sobre la probable concentración de los diversos constituyentes en la corteza a juzgar por la índole misma de los solventes.

Una vez investigado en forma preliminar el comportamiento de un buen número de estos solventes y habiendo apreciado en forma tentativa los contenidos posibles de los diversos materiales por aislar, se escogieron un número reducido de esos solventes para ser estudiados en conjunto, dentro de un esquema de extracción sucesiva. Tanto las extracciones aisladas con los diversos solventes como las extracciones sucesivas, se llevaron al cabo en forma exhaustiva, variando el tiempo de extracción de acuerdo con la eficiencia del solvente y las solubilidades respectivas de las fracciones extraídas. Las comprobaciones correspondientes se efectuaron mediante la determinación de sólidos totales en cada caso.

### *Extracciones Aisladas.*

Las extracciones aisladas a que nos hemos referido en los párrafos anteriores, incluyen las efectuadas con diversos solventes que pueden agruparse como sigue:

- A).—Eter etílico.
- B).—Solventes derivados del Petróleo.
- C).—Solventes alcohólicos.
- D).—Solventes de alcohol-agua.
- E). Agua en diversas condiciones.

### ETER ETILICO Y SOLVENTES DERIVADOS DEL PETROLEO.—

Tanto el éter etílico como los solventes derivados del petróleo que se escogieron para las extracciones aisladas, fueron utilizados a fin de apreciar principalmente la concentración posible de lípidos en la muestra. El éter etílico de suyo solvente clásico de constituyentes grasos fué puesto en parangón con los solventes derivados del petróleo con objeto de observar la relativa solubilidad de las fracciones extraídas y a la vista de estos resultados comparativos determinar los solventes más convenientes para la extracción sucesiva de lípidos crudos.

Mientras que el éter etílico por extracción exhaustiva arroja un extracto de 1.62 por ciento, los solventes derivados del petróleo permiten una extracción que fluctúa entre márgenes amplios comprendidos entre 1.24 por ciento y 2.87 por ciento. De estos resultados se puede estimar que la fracción grasa probable de la corteza debe corresponder a alguna cifra comprendida entre 1.24 y 2.87 por ciento, aun cuando para los efectos del análisis, pág. 30, los lípidos totales se determinan mediante la extracción sucesiva del éter de petróleo, éter etílico y benceno, cuyos extractos combinados ascienden a la cifra de 1.70 por ciento, ligeramente superior a la que se obtiene por extracción única con éter etílico.

#### (A y B) Solventes del Petróleo y Derivados.

##### Eter Etílico.

<u>Solvente</u>	<u>P.e.</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Resultado</u> (por ciento)
Eter etílico	(34.5 C)	12 hs.	1.62
Eter de petróleo	(30 -60 )	20 hs.	1.24
Tolueno	(110-111 C)	12 hs.	1.59
Tetracloruro de carbono	(76-78 C)	16 hs.	1.74
Benceno	(80-81 C)	12 hs.	1.74
Tricloroetileno	(88-90 C)	16 hs.	2.35
Nitrobenceno	(210 C)	40 hs.	2.87

**Nota:** La fracción de lípidos crudos incluye desde luego: glicéridos, ésteres de alcoholes superiores, esteroides, pigmentos, etc.

### (C). EXTRACCIONES AISLADAS CON SOLVENTES ALCOHOLICOS

En estas extracciones se tomaron como base los alcoholes butílico, metílico y etílico (95), los que arrojan extractos comprendidos entre las cifras 2.87 por ciento y 9.84 por ciento, que normalmente pueden representar las fracciones glucídicas, ácidos orgánicos libres, saponinas, alcaloides, etc.

Para el cuanteo de extractos sucesivos se utilizó, como posteriormente se verá el alcohol etílico de 95 que fué el que comparativamente arrojó un extracto mayor.

#### Solventes Alcohólicos.

<u>Solvente</u>	<u>P.e.</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Resultado</u> (por ciento)
Alcohol butílico	(107 C)	20 hs.	2.87
Alcohol metílico	(64.5 C)	20 hs.	7.69
Alcohol etílico de 95	(78-79 C)	30 hs.	9.84

### (D). SOLVENTES AL ALCOHOL-AGUA

La eficiencia de mezclas de alcohol y agua, se pone en evidencia en los extractos de 80 y 70 con los que se obtienen cifras que ascienden al 13 por ciento. Estos extractos pueden incluir materiales parcialmente solubles en alcohol y en agua como los descritos anteriormente. En las extracciones sucesivas no se incluyeron estos solventes habiéndose preferido el empleo sucesivo de alcohol de 95 y agua fría separadamente, ya que ambos permiten en conjunto extraer sensiblemente un extracto equivalente al que se obtiene mediante la extracción del solvente mixto.

#### Solventes al Alcohol-Agua

<u>Solvente</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Resultado</u> Por ciento
Alcohol etílico de 80	36 hs.	12.77
Alcohol etílico de 70	36 hs.	13.00

## (E). EXTRACCIONES EN AGUA

Se incluyeron en estas extracciones el agua fría, agua en ebullición (93°) y agua a 120 C (15 lbs. de presión).

Estas extracciones revelan que los materiales solubles en mezclas de alcohol-agua y los obtenidos por agua fría y agua caliente representan cifras sensiblemente similares ya que en todos estos extractos la variación está comprendida entre 12.8 y 14.8, siendo que el agua fría y el agua a la ebullición, arrojan extractos prácticamente equivalentes. El agua a 120 C (autoclave) permite sin embargo, extraer un 4 por ciento adicional, y a juzgar por la secuencia de los extractos, podría suponerse que este aumento resulta de la degradación parcial de materiales de la corteza por efecto de hidrólisis.

Las extracciones con agua fría se llevaron al cabo por maceración de las muestras, en presencia de cloruro del alquil-dimetilbencen-amonio ("Roccal"), a fin de evitar hidrólisis enzimática por acción de microorganismos presentes en el Kenaf.

<u>Agua</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Resultado</u>
		(Por ciento)
Agua fría	72 hs.	14.56
Agua en ebullición (93°)	2 hs.	14.80
Agua a 120 C, 15 lbs.	½ hs.	18.49

### *Sistema de Extracciones Sucesivas.*

Para el estudio de las extracciones sucesivas se tomaron en consideración las bases empíricas propuestas por Wattios y Sternon (14). Se llevó al cabo este esquema experimental con objeto de tener una orientación sobre la proporción y distribución relativa de los constituyentes en la corteza. Las determinaciones se hicieron por triplicado, usando muestras de humedad conocida.

1a. Extracción con Eter de Petróleo. (p. e: 30-60).

Se extrajeron muestras de corteza de peso aproximado de 30 a 35 grs. sobre base seca, en soxhlet, exhaustivamente (12 hrs.) y los extractos se aforaron a 100 c. c. Se tomó una alícuota del extracto, y se evaporó a sequedad para determinar los sólidos totales extraídos. Según esto, el extracto total referido a corteza, base seca, es como sigue:

Extracto Eter de Petr6leo = 1.24 por ciento

2a. Extracci6n con Eter Etílico (p. e.: 34.5°C).

Esta extracci6n se llev6 al cabo en las mismas condiciones que la anterior obteniéndose un extracto que representa aproximadamente 1/5 de la primera.

Extracto Eter Etílico 0.26 por ciento

3a. Extracci6n con Benceno (p. e.: 80-81°C).

Extrayendo en las mismas condiciones que anteriormente, se obtiene una pequena fracci6n adicional:

Extracto Benceno 0.20 por ciento

4a. Extracci6n con Alcohol de 95° (p. e.: 78-79°C).

Por extracci6n exhaustiva (20 hs.) se obtuvo un extracto bastante considerable, similar en peso al que se obtiene por extracci6n aleada.

Extracto Alcohol 9.29 por ciento

5a. Extracci6n con Agua Fria (22°C).

Esta extracci6n se efectu6 mediante maceraci6n en agua a temperatura ambiente con agitaci6n constante durante 1 hora; en una proporci6n de 5 qts. del residuo de la extracci6n anterior por 100 c. c. de agua.

El producto macerado se filtr6, y el liquido resultante se afor6 a 500 c. c., tomando una alicuota para determinar s6lidos totales extraidos.

Los s6lidos totales son como sigue:

S6lidos Totales (22°C) 6.88 por ciento

Se repiti6 la extracci6n anterior con agua, a modo de tener una proporci6n de residuo en agua equivalente a 5 por ciento. Despu6s de la maceraci6n, se filtr6, afor6, y se determinaron los s6lidos extraidos.

Sólidos Totales (22 C) 1.99 por ciento

Suma total solubles en agua (2 extracciones) 8.87 por ciento.

Ga. Extracción con Agua en Ebullición (92 ).

El residuo de las extracciones anteriores fué sometido a extracción con agua en ebullición en proporción de 5 partes de residuo por 100 de agua, procediéndose como en los casos anteriores. El producto se mantuvo a reflujo, durante 1 hora, filtrando, aforando a 500 c. c., el líquido resultante, y determinando los sólidos extraídos en una parte alícuota, obteniéndose el resultado siguiente:

Sólidos Totales (93 ) 2.99 por ciento.

### CUANTEO DE ESPECIES QUIMICAS

El fraccionamiento de una muestra por medio de extracciones aisladas y sucesivas tuvo por objeto estimar probables grupos de constituyentes y un conocimiento aproximado de su composición (19).

Así, las fracciones solubles en éter de petróleo, en éter etílico y benceno, en conjunto fueron consideradas en este estudio como representando el contenido en lípidos de la corteza del Kenaf.

	Por ciento
Solubles en Eter de Petróleo:	1.24
"    "    "    Etilico:	0.26
"    "    "    Benceno:	0.20
Lípidos:	1.70

Esta cifra fué corregida por lo que toca a su contenido en cenizas las que arrojan la cifra de 0.32 por ciento, en esta forma se obtiene un extracto total corregido equivalente a: 1.38 por ciento.

*Azúcares.*---

Para investigar el contenido de azúcares totales y azúcares reductores, se utilizó el método de Somogyi (9 y 10) el cual se describirá posteriormente en forma especial.

Las determinaciones se hicieron en alícuotas de un extracto alcohólico de 80' de polvo de corteza de Kenaf, previamente extraída con éter de petróleo y éter etílico.

Para la determinación de azúcares totales, se hidrolizó durante una hora una fracción alícuota del extracto alcohólico con ácido clorhídrico concentrado, después de lo cual se neutralizó y aforó el licor resultante.

Azúcares Totales:	3.34 por ciento
Azúcares Reductores:	1.75 por ciento

Por diferencia se calcularon los azúcares no reductores . 1.59 por ciento.

### Proteínas.

El contenido de proteínas se calculó cuanteadando el nitrógeno y usando el factor experimental promedio de 6.25.

El nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahl-Gunnig-Arnold, modificación de Winkler (19) que consiste en un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de sulfato de cobre y óxido de mercurio, accionando sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición. Después de la reacción el nitrógeno se encuentra en forma de sulfato de amonio, sulfato de metilamina y sulfato de etilamina. Al neutralizar con hidróxido de sodio se libera el amoníaco y las aminas son arrastradas por una corriente de vapor y se reciben en solución de ácido bórico. Se titulan entonces el amoníaco y las aminas, destiladas con ácido sulfúrico de normalidad conocida, usando amaranjado de metilo como indicador.

Esta determinación se hizo en aparato de Semi-Micro-Kjeldahl.

Nitrógeno:	0.43 por ciento
Proteína:	2.7 por ciento

### Pectinas:

El método comunmente empleado para estimar la concentración probable de pectina en materiales como el Kenaf, es el de Z. I. Kertesz (15). Este método está basado en la libera-

ción de los protopectinatos mediante una ligera hidrólisis ácida y en la precipitación de la pectina cruda por intermedio de alcohol ácido en el que la pectina es de suyo insoluble. La pectina cruda así obtenida es susceptible de purificación por reprecipitaciones sucesivas u otros métodos.

La concentración ácida suele ser crítica y por este motivo conviene determinar previamente la concentración óptima de ácido para la extracción.

Para otros materiales estudiados en el Instituto (23) se han encontrado concentraciones óptimas de ácido que difieren en mayor o menor grado de la propuesta por Kertesz. Sin embargo, en el caso del Kenaf encontramos que la concentración recomendada por este autor permitió extraer mayor cantidad de pectina. Por este motivo la técnica aplicada corresponde en nuestro caso a la propuesta por Kertesz, empleando ácido clorhídrico 0.05 N a 80°C durante una hora para una relación de Kenaf a solución ácida de 2%. Una vez liberada la pectina de la corteza, esta se precipita con un doble volumen de alcohol etílico ácido (96%). Se dejó reposar en frío por 12 horas, al cabo de las cuales se centrifugó y filtró. El precipitado en el filtro fué secado en estufa a 100-110°C hasta peso constante, obteniéndose así la pectina cruda (Kertesz).

Pectina cruda: 1.4 por ciento

#### **Pentosanos.—**

La determinación aplicada a pentosanos del Kenaf, fué la correspondiente al método de Kober (16) mediante el cual se pueden lograr resultados de alta precisión. El método se basa en la degradación de estructuras pentosánicas por medio del ácido clorhídrico al 12% llevando al cabo esta degradación simultáneamente con la destilación del furfural formado.

El destilado se trató con floroglucinol obteniendo el floroglúcido correspondiente. Mediante la aplicación de las fórmulas de Kober se obtuvo el siguiente resultado:

Pentosanos: 14.51 por ciento.

#### **Lignina.—**

Para la determinación del contenido de lignina, la mues-

tra se extraje previamente con una mezcla de alcohol-benceno (1:2) exhaustivamente. Una vez extraída se secó y se lavó con alcohol para eliminar totalmente el benceno.

El residuo se trató con ácido sulfúrico al 72 por ciento a baja temperatura (2 C), se diluyó y calentó a reflujo. Finalmente se filtró obteniéndose la lignina pura por disolución de los demás componentes de la muestra (8).

Lignina: 14.43 por ciento.

### Celulosa.

Se usó para su determinación el método usado por el "Textile Institute" de Calcuta, India, para determinación de celulosa en desperdicios de fibras vegetales (13).

En este método se trata la muestra en caliente con monoe-tanolamina, que extrae parte de la misma. El residuo se trata con hipoclorito de sodio y ácido sulfúrico diluido y luego se trata con sulfato de sodio y  $SO_2$  lavando por último repetidas veces con agua caliente y fría, cuidando de eliminar cualquier traza de ácido.

Debido a las dificultades que se experimentan durante la filtración según el método original usando filtro de vidrio poroso, optamos por modificar el método filtrando a través de tela Nylon Elnas NY 716 F con centrifugación previa. Por esta modificación se logra una mejor separación de las partículas finas que entorpecen el filtrado.

El residuo de las operaciones anteriores corresponde sensiblemente a la celulosa cruda. A ésta se le determina el contenido de cenizas, lignina y pentosanos, y el resto se considera como celulosa pura.

Resultados	Por ciento
Celulosa cruda:	62.29
Cenizas en celulosa cruda:	3.20
Lignina en celulosa cruda:	4.85
Pentosanos en celulosa cruda:	9.37
Celulosa Pura:	44.85

## ESTUDIO DE LA CENIZAS

### I. Características de Solubilidad.—

#### a).—Solubles en agua. (4):

Para la determinación de solubles en agua, se dispersó

una muestra de aproximadamente 1 gr. de cenizas en 100 ml. de agua redestilada en caliente y se filtró en gooch previamente lavado y tarado. Se calcinó el residuo hasta peso constante, obteniéndose los siguientes datos:

	Por ciento
Cenizas solubles en agua	64.41
Cenizas insolubles en agua	35.59
pH del filtrado:	10.5

*b).-- Alcalinidad de las cenizas solubles e insolubles en agua (4):*

Solubles en agua:

Una porción alícuota del filtrado anterior se tituló con HCl 0.1 N usando amaranjado de metilo como indicador.

Alcalinidad de cenizas solubles en agua: 1.61 c. c. HCl N por gramo.

Insolubles en agua:

El residuo insoluble en agua se trató con HCl 0.1 N en exceso y se filtró. El filtrado se tituló con NaOH 0.1 N.

Alcalinidad de cenizas insolubles en agua: 2.57 c. c. HCl N por gramo.

*c).-- Insolubles en agua, solubles en ácido clorhídrico. (4):*

Una fracción del residuo insoluble en agua, se trató con ácido clorhídrico concentrado, con agitación. La dispersión se diluyó con agua destilada y se filtró a través de gooch tarado.

	Por ciento
Insolubles en agua, solubles en ácido clorhídrico	28.3
Insolubles en agua y ácido clorhídrico	7.28

*II. Aniones y Cationes:*

*1).-- Determinación de Cloruros:*

Para esta determinación se utilizó el método de Mohr (17) disolviendo una muestra de cenizas en ácido nítrico concentrado. La solución obtenida se filtró, y al filtrado se le agregaron unas gotas de solución de cromato de potasio. Finalmente se tituló con solución 0.1 N de AgNO<sub>3</sub> con agitación constante hasta que la solución adquirió un color rojizo permanente.

	Por Ciento
Cl <sub>2</sub>	2.92

## 2) Determinación de Fosfatos:

Los fosfatos se determinaron en una alícuota de la solución acuosa, empleada en la determinación de calcio y magnesio, agregando solución nítrica de molibdato de amonio y solución de cloruro estannoso como reductor, con lo que se forma un complejo azul de óxido de molibdeno, (14). Se determinó por comparación con series Taylor; y se calculó como anhídrido fosfórico

	Por ciento
P O	5.6

## 3).- Determinación de Sulfatos:

Los sulfatos se determinaron en una parte alícuota de la solución acuosa mediante la adición de solución al 10% de cloruro de bario en exceso, (17), estando las dos soluciones en ebullición. Los sulfatos se precipitan en forma de BaSO<sub>4</sub> y se digieren en baño maría 2 horas. Después de este periodo de digestión se filtró y se lavó hasta ausencia de bario. Acto seguido se calcinó, enfrió y pesó el sulfato de bario.

El contenido de SO<sub>4</sub> se calculó por medio del factor gravimétrico correspondiente

	Por ciento
SO	8.66

## 4).- Determinación de Carbonatos:

Para esta determinación se usó el alcalímetro de Schreoter, (17)

Una muestra de cenizas de aproximadamente 1 gr. se colocó en el matraz, y se llenaron los bulbos del alcalímetro de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico concentrados. Se pesó el aparato y se dejó caer lentamente el ácido clorhídrico sobre la muestra, pasando el gas desprendido a través del ácido sulfúrico para absorber la humedad. Se prosiguió en esta forma la operación en caliente, durante 3 minutos y se extrajeron por medio de vacío en uno de los extremos, las últimas trazas de CO<sub>2</sub> pesando de nuevo el aparato. El CO<sub>2</sub> desprendido está representado por la pérdida de peso.

	Por ciento
CO <sub>2</sub>	18.85

5).—*Determinación de Silice como SiO<sub>2</sub> (18):*

La silice se determinó fundiendo a 800 C una mezcla de dos gramos de cenizas con 10 gramos de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. La masa resultante se disolvió en agua acidulada con ácido clorhídrico y se evaporó a sequedad. Se disolvió nuevamente el residuo evaporándolo por segunda vez, quedando de esta manera únicamente la silice insoluble, ésta se separó por filtración, sometiéndola a calcinación en la forma habitual.

	Por ciento
SiO <sub>2</sub>	4.36

6).—*Determinación de Metales Alcalinos:*

Para la determinación de alcalinos, la muestra se trató con ácido fluorhídrico y unas gotas de ácido sulfúrico en crisol de platino evaporando a sequedad. Se repitió la operación, tratando posteriormente con solución al 10% de cloruro de bario y solución al 10% de cloruro de amonio. Se filtró y el filtrado se evaporó a sequedad, agregando unas gotas de ácido sulfúrico. El residuo se calcinó en crisol de platino a 800 C., luego de lo cual se enfrió y pesó. El peso obtenido se consideró como sulfato de potasio, y se calculó como óxido usando el factor gravimétrico correspondiente:

	Por ciento
K <sub>2</sub> O	25.91

7).—*Determinación de Calcio y Magnesio:*

Para estas determinaciones se usó el método de Schwarzenbach (11) como sigue:

Se disuelve una muestra de cenizas en agua caliente, filtrando y aforando a 500 ml. A una parte alícuota del filtrado se le agrega Buffer de Dureza Total, hasta el pH de 10. Se le añade 1 gr. de KNC (el KNC se agrega después del Buffer para evitar desprendimiento de HCN), 7 gotas de indicador de Dureza Total, y se titula con solución de Versenato obteniéndose el valor de titulación del calcio y magnesio.

A otra fracción alícuota se le agrega Buffer de Calcio, hasta pH 12. Se adicionan 0.2 gr. de indicador de calcio y se titula con solución de Versenato sódico.

Esta lectura corresponde al calcio y por diferencia con la lectura total se calcula el magnesio.

Los resultados se calcularon como óxidos:

	Por ciento
CaO	14.0
MgO	11.93

8). - *Determinación de Hierro:*

A una porción alícuota de la solución acuosa se le agregó solución al 2% de sulfocianuro de potasio.

El color desarrollado se comparó con las series de Taylor (18) para determinar el contenido de hierro, el cual se calculó como óxido.

	Por ciento
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6

9). - *Determinación del Aluminio: (17)*

A una parte alícuota de la solución acuosa de referencia se le agregó amoníaco hasta ligera alcalinidad, se aciduló con ácido acético y se agregó acetato de amonio hasta llevar a pH 4.8.

La solución resultante se hirvió durante 5 minutos precipitándose el hierro y el aluminio con el fosfato presente. El precipitado se filtró y se lavó con agua caliente y el residuo se secó, y se sometió a calcinación, y pesado finamente.

El hierro previamente determinado como óxido se recalculó como fosfato, y se dedujo este del peso de fosfatos totales de hierro y aluminio. El aluminio obtenido por diferencia se calculó como óxido

	Por ciento
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.93

III. *Distribución de las Cenizas en las Fracciones Solubles y en el Residuo de la Corteza*

Cenizas Totales: 7.32 por ciento

Las cenizas de las fracciones solubles se determinaron secando y calculando alícuotas de las soluciones, a 600°C, en la mufla hasta peso constante.

	Por ciento
Cenizas de Fracciones	
Extracto con agua fría:	4.51
"    "    "    caliente:	0.60
"    "    "    alcohol de 96 :	0.59
En el residuo:	1.30
En lípidos (calculado por diferencia):	0.32
<b>CENIZAS TOTALES:</b>	<b>7.32</b>

## ESTUDIO DEL METODO DE M. SOMOGYI PARA DETERMINACION DE AZUCARES

El Kenaf es una planta cuyo contenido de azúcares es relativamente bajo, por lo cual se llevo al cabo un estudio bibliográfico de los métodos analíticos para determinación de azúcares apropiados para el caso.

De los diversos métodos disponibles para la determinación de azúcares se seleccionó el método de M. Somogyi, el cual ha sido empleado con éxito en la determinación de azúcares en plantas fibrosas.

### *Bases del Análisis:*

Este método está basado en la oxidación de los azúcares por acción del ión cúprico en medio alcalino. Presenta la ventaja de que el alcali en el reactivo es una mezcla equimolecular de fosfatos dibásico y tribásico de sodio que protege a la reoxidación al óxido cuproso formado en la reacción.

El cobre se encuentra en el reactivo en forma de sulfato cúprico, usando como regulador tartrato de sodio y potasio. El reactivo incluye también sulfato de sodio que participa en la estabilidad del óxido cuproso.

Efectuada la reacción, el óxido cuproso es oxidado con yodo en exceso, titulándose el excedente con solución de tiosulfato de sodio de normalidad conocida. El yodo empleado en la oxidación se obtiene al agregar ácido sulfúrico a una mezcla de yoduro y yodato de potasio de concentraciones conocidas.

### *Ventajas del Método:*

Este método permite analizar concentraciones muy bajas de azúcar, debido a su gran sensibilidad siendo sus límites tales que se hace posible cuantear cualquier solución de azúcar que contenga desde 0.2 mgrs. hasta 60 mgrs. por 100ml. Este método además tiene la ventaja, de que el punto final de la reacción es fácilmente apreciable, siendo los resultados reproducibles aún con concentraciones muy bajas de azúcar.

### *Reactivos:*

1.— *Reactivo alcalino de cobre.*

28 grs. de fosfato disódico anhidro.

- 100 ml. de solución de hidróxido de sodio normal.
- 40 gra. de tartrato doble de sodio y potasio.
- 8 gra. de sulfato cúprico cristalino.
- 100 gra. de sulfato de sodio anhidro.

El reactivo se prepara de acuerdo con la siguiente técnica:

El fosfato diácido y el tartrato doble de sodio y potasio se disuelven en aproximadamente 700 ml. de agua; se agrega la solución normal de hidróxido de sodio y agitando constantemente se agrega el sulfato de cobre en solución al 10%, agregando finalmente el sulfato de sodio. Cuando se ha disuelto el sulfato de sodio, la solución se afora a un litro, se deja en reposo 1 o 2 días, depositándose las impurezas, y la solución se filtra pudiendo guardarse por tiempo indefinido.

Este reactivo es lo suficientemente alcalino como para permitir la determinación de maltosa y otros azúcares cuya velocidad de reacción es lenta. Es también estable a la temperatura ambiente, aun expuesto directamente a la luz.

#### II. Solución de Yodato de Potasio IV.

#### III Solución de Yoduro de Potasio al 2.5 por ciento

A esta solución se le agregan unas gotas de solución de carbonato de sodio para evitar su descomposición.

#### IV. Solución de Acido Sulfúrico 2N.

#### V. Solución de Tiosulfato de Sodio 0.005 N.

A un litro de esta solución se le agregan 2 ml. de solución de hidróxido de sodio al 10%, para protegerla del anhídrido carbónico atmosférico.

#### Procedimiento Analítico.

Como regla general, a un volumen medido (5 ml.) de la solución azucarada se adiciona un volumen igual del reactivo de cobre y se calienta en baño de agua hirviendo durante 10 minutos para el caso de la glucosa y 20 minutos para maltosa, así como galactosa y arabinosa. Para otros azúcares como lactosa y manosa cuya velocidad de reacción es muy lenta, es preciso trazar una curva para determinar el tiempo apropiado de calentamiento.

Después de calentar el tiempo conveniente, se enfría y

se agrega una cantidad exactamente medida de yodato y la correspondiente de yoduro de potasio.

Este método se simplifica por la incorporación del yodato de potasio al reactivo alcalino.

Si el reactivo contiene 5 ml. de yodato de potasio por litro, se debe agregar 0.5 ml. de yoduro de potasio al 2.5%. Si contiene 10 ml. de yodato, se agregara 1 ml. de yoduro, y 2 ml. en el caso de contener 25 ml. de yodato.

El yoduro se agrega resbalándolo por las paredes del tubo.

La mezcla se acidifica agregando 1.5 ml. de ácido sulfúrico 2N agitando constantemente. La agitación se continúa hasta que el óxido cuproso se ha oxidado completamente; y el yodo libre se titula con solución de tiosulfato de sodio 0.005N.

Se corren pruebas testigo con cada grupo de determinaciones, y la diferencia entre el volumen de tiosulfato de sodio necesario para reducir el yodo liberado en presencia de azúcar, y el liberado en ausencia de azúcar, determina la cantidad de óxido cuproso reducido.

#### Factor de Conversión.—

Para encontrar el equivalente de óxido correspondiente a azúcar, M. Somogyi determinó la proporcionalidad entre la glucosa presente y el óxido cuproso formado a diferentes concentraciones de glucosa y observó que dicha proporcionalidad es precisa entre los límites de 0.05 y 3 mgrs. de azúcar, en muestra con volumen de 5 ml. El equivalente de un miligramo de glucosa es de 7.4 ml. de solución de tiosulfato de sodio 0.005 N, por lo que cada centímetro cúbico de dicha solución, equivale a 0.135 mgrs. de azúcar o sea que cada mililitro de solución de tiosulfato 1N equivale a 27 mgrs. de glucosa.

#### Comprobación del Método.—

Usando la técnica anteriormente expuesta, se hicieron una serie de análisis de soluciones de glucosa anhidra (químicamente pura), de concentraciones conocidas comprendidas dentro de los límites del método, y se encontró que la solución de glucosa teórica a glucosa determinada variaba según la concentración, siendo más exactos los resultados en las soluciones de menor concentración.

Considerando las variaciones obtenidas, resultado de po-

sibles oxidaciones del óxido cuproso por efecto de diferente tiempo de exposición a la luz, se investigó la constancia en los resultados para un tiempo de exposición constante.

Otra fuente de posible variación en los resultados se refiere al hecho de que en el método original de M. Somogyi se utiliza solución 1N de yodato para liberar una cantidad fija de yodo. Siendo difícil controlar esa cantidad fija empleando la solución concentrada 1N, consideramos conveniente substituir esta solución por una mas diluida para abatir así el error; por lo que se empleo solución de yodato 0.125 N habiendo obtenido una mejor constancia en los resultados.

La manipulación se llevó al cabo tratando cada muestra por separado, calentando individualmente y sometiendo la solución a enfriamiento y titulación inmediatamente después de adicionados los reactivos.

Gracias a haber logrado exposiciones uniformes se pudo llegar a resultados reproducibles y constantes.

Siguiendo esta técnica se determinaron reductores totales en soluciones preparadas de glucosa anhidra químicamente pura con las siguientes concentraciones:

1) 0.5 mgrs., 2) 1.0 mgrs., 3) 1.5 mgrs., 4) 2.0 mgrs., 5) 2.5 mgrs. y 6) 3.0 mgrs. en 5 ml.

Las determinaciones se hicieron por duplicado.

Los resultados obtenidos fueron:

Glucosa Analizada	Por ciento determinado
1) 0.50 mgrs.	93.325
2) 1.00 ..	92.146
3) 1.50 ..	93.437
4) 2.00 ..	92.988
5) 2.50 ..	93.931
6) 3.00 ..	92.402

#### Corrección del Factor.—

En las determinaciones anteriores, al multiplicar la diferencia de ml. normales de solución de tiosulfato de sodio en presencia y ausencia del azúcar por el factor 27 propuesto por M. Somogyi, se obtiene un resultado promedio que corresponde al 93.05 por ciento del contenido real de azúcar.

Para obtener un resultado equivalente al 100 por ciento de azúcar se calculó el factor tomando como base los datos obtenidos anteriormente. Por este camino se obtiene un factor de 29.02 que a nuestro juicio permite obtener valores promedios más cercanos al teórico.

### CAPITULO III

## RESULTADOS ANALITICOS

Habiendo descrito en capitulos anteriores los métodos y técnica seguidos en el análisis de los constituyentes de la corteza del *Konaf* se pasa a continuación a resumir los datos obtenidos, a fin de presentar un cuadro de conjunto de los mismos.

*Características de la Muestra:*

Humedad:	6.15
Cenizas:	7.32
Granulometría:	
Retenida en malla 80	13.52
Retenida en malla 100	15.09
Retenida en malla 200	45.19
Menor de malla 200	26.19

### LOS SIGUIENTES RESULTADOS ESTAN CALCULADOS SOBRE BASE SECA

#### *Extracciones Análisis:*

1o. Solubles en solventes derivados del petróleo.

	Por ciento
Eter de petróleo	1.24
Tolueno	1.59
Tetracloruro de carbono	1.70
Benceno	1.74
Tricloroetileno	2.35
Nitrobenceno	2.87
<hr/>	
Eter etílico	1.62

2o.—Solubles en solventes alcohólicos.

	Por ciento
Alcohol butílico	2.87
Alcohol metílico	7.69
Alcohol etílico de 95	9.84

3o.—Solubles en alcohol agua:

	Por ciento
Alcohol etílico de 80	12.77
Alcohol etílico de 70	13.00

4o.—Hidrosolubles.

	Por ciento
Agua fría (22°C)	14.56
Agua a ebullición (93°C)	14.80
Agua en autoclave (120 C y 15 lbs.)	18.48

Extracciones Sugestivas:—

	Por ciento
Eter de petróleo	1.24
Eter etílico	0.25
Benceno	0.20
Alcohol de 95	9.29
Agua fría	8.87
Agua a ebullición (93°C)	2.99
Total extractos:	22.85
Residuo (por diferencia):	77.15

Análisis de especies químicas:

	Por ciento
Lípidos	1.38
Azúcares reductores	1.75
Azúcares no reductores	1.59
Materia mineral	7.32
Proteínas	2.70
Pectinas	1.41
Pentosanos	14.60
Celulosa	44.85
Lignina	14.43

### Estudio de las Cenizas:

#### Características de solubilidad: Por ciento

Solubles en agua	64.1
pH de los solubles	10.5
Alcalinidad de los solubles	4.6 c.c. HCl N/gr.
Alcalinidad de los insolubles	2.57 c.c. HCl N/gr.
Insolubles en agua, solubles en ácido clorhídrico	28.3
Insolubles en agua y ácido clorhídrico	7.28
Solubles en ácido nítrico	96.12

#### Aniones y cationes:

	Por ciento
Cl <sub>2</sub>	2.92
SiO <sub>2</sub>	4.36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.6
CO <sub>2</sub>	18.85
SO <sub>3</sub>	8.66
Ca como CaO	14.00
Mg como MgO	11.93
Fe como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60
Al como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.93
Alcalinos como K <sub>2</sub> O	25.91

#### Distribución de las Cenizas:

	Por ciento
Cenizas en corteza	7.32
En la fracción soluble en agua fría	4.51
En la fracción soluble en agua caliente	0.60
En la fracción soluble en alcohol	0.59
En la fracción soluble en Eteres y Benceno	0.32
En el residuo	1.30

## CAPITULO IV

## CONCLUSIONES

- 1.—Los resultados analíticos obtenidos en la presente Tesis permiten apreciar en forma preliminar el contenido aproximado de las principales especies químicas que integran la corteza del Kenaf.
- 2.—Estos mismos análisis comprenden los constituyentes del parénquima y fibra en conjunto, tal y como se encuentran en la corteza de la planta.
- 3.—Los grupos que se encuentran en mayor proporción en la corteza, son la celulosa (44.8%), los pentosanos (14.6%) y la higuina (14.4%) los que representan en conjunto el 75% del material.
- 4.—La observación de que la corteza de Kenaf contiene tan solo un 1.4% de pectina es por demás interesante, ya que siempre se ha considerado a los grupos urónicos de la corteza como material de unión o aglutinación de las fibras, concepto difícilmente justificable en el caso del Kenaf.
- 5.—Desde el punto de vista del enriado que se aplica a esta corteza para la liberación de la fibra, resulta de interés observar el bajo contenido de proteína, lo que a nuestro juicio podría influir en la lentitud con que se desarrolla el proceso microbiológico de desfibración.
- 6.—Es de notarse en las cenizas el alto contenido de alcalinos y alcalinotérreos, así como de fósforo.
- 7.—La técnica usada para el análisis de azúcares es susceptible de modificaciones, especialmente en lo que se refiere a la

obtención de condiciones precisas de operación que permitan lograr constancia en la relación entre el óxido cuproso formado y el contenido de azúcar.

- 8.—Es de recomendarse que en futuros trabajos de esta índole se prosiga con el análisis de especies no investigadas en esta Tesis y se lleven al cabo estudios específicos de diferenciación para los grupos de constituyentes analizados.

## CAPITULO V

## BIBLIOGRAFIA ESPECIAL

1. — *Blanco M. G.*  
"El Kenaf".  
Revista "Tierra" No-10. Vol. IV. Octubre 1949.
2. — *Walker J. F.*  
"Kenaf. Métodos para Producir Fibra y Semilla".  
Cuba. Mayo 1951.
3. — "The Culture and Processing of Kenaf a Superior Substitute for Jute in Florida".
4. — "Kenaf a Fact Sheet on a New Soft-Fiber Crops for the Americans" United States Department of Agriculture. Marzo 1951.
5. — *Nelson E. G. and Robinson B. B.*  
"Kenaf"  
Dept. of Agriculture, Division of Cotton and other Fiber Crops and Diseases. Beltsville, Maryland. Sept. 1951.
6. — "Journal American Society Agronomist" 37.5  
Pág. 355. Mayo.
7. — *Kirby R. H.*  
Colonial Products Advisory Bureau. (Plant and Animal Products).  
"Kenaf *Hibiscus cannabinus* L".
8. — *Son Gupta A. B. and Callow H. J.*  
"Effect of Preliminary Hydrolysis on the Determination of Lignin in Jute".  
Journal of the Textile Institute. Vol. 40, No. 9 T 650-5 (1949).

- 9.—Somogyi M.  
 "A New Reagent for the Determination of Sugar".  
 J. Biol. Chem. (1945) 1, 160 P. 60-69.
- 10.—Somogyi M.  
 "Determination of Blood Sugar".  
 J. Biol. Chem. (1945) 1, 160 P-69.
- 11.—Dihel H. Goetz C. and Hach C.  
 "The Versenate Titration for Total Hardness".  
 J. American Water Works Assoc. Vol. 42, No. 1 (1950).
- 12.—Turner A. J.  
 "The Structure of Textile Fibers".  
 VIII. The Long Vegetable Fibers.
- 13.—Reid J. D., Nelson G. H. and Aronovsky S. I.  
 "Determination of Cellulose in Fibrous Agricultural Wastes" Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. P. 12,255 (1940).
- 14.—Watties N. y Sternon F.  
 "Elements of Chimie Vegetale".  
 10-Ed. Pág. 102, 1942.
- 15.—Kertesz Z. J.  
 "The Pectic Substances". 1951 (Pag. 215).
- 16.—Official and Tentative Methods of Analysis of the Assoc.  
 Official Agricultural Chemists.  
 6a. Ed. Pág. 116, 132, 412, 559, 343.
- 17.—Kolthoff I. M. and Sandell E. B.  
 "Textbook of Quantitative Inorganic Analysis".  
 Ed. Revised 1943. Págs: 486, 795, 883, 878, 866.
- 19.—Maynard A. J.  
 "Methods in Food Analysis Applied to Plant Products".  
 1950. Págs.: 115, 495.
- 20.—Haarer A. E.  
 "Jute Substituto Fibers".  
 1a. Ed. Pág. 2 (1952).
- 21.—Burkeñ A. L., Naranjo C. J., Pino A., Hopp H. y Pettit V. C.  
 "Eficiencia de algunas máquinas desfibradoras en la extracción de la fibra Kenaf".  
 Turrialba. Vol. 1, No. 3 Págs.: 126, 134.

22. ---*Venning F. D., Ledón y Puentes C.*  
 "Anatomical Studies on Kenaf related to the several phases of Fiber Production".  
 Trabajos inéditos. 1952.
- 23 ---*Chávez G. D.*  
 Posibilidades de Utilización de Xerofitas Mexicanas.  
 Tesis no publicada. 1953.

## BIBLIOGRAFIA GENERAL

1. ---*Teixeira de Carvalho W.*  
 Hemp of S. Francisco.  
 Rev. Chim. Ind. (Rio de Janeiro) 6, 49-52 (1937).  
 C. A. Vol. 31 No. 17, Pág.: 6467-9.
2. ---*Teixeira de Carvalho W.*  
 Hemp of San Francisco (*Hibiscus Cannabinus*) fiber Brasil Chim. (Sao Paulo) 4,382 (1937).  
 C. A. Vol. 32, No. 5 Pág.: 1939-5.
3. ---*Teixeira de Carvalho W.*  
 Hemp of S. Francisco (*Hibiscus Cannabinus*).  
 Ministerio Trabalho Ind. Com. Inst. Nacl. Tech.  
 (Rio de Janeiro) Bo. Informacoes 2, No. 9, 8 p. p., No. 10, 11 p. p., No. 11, 12 p. p., No. 12, 11 p. p., (1937) Quím. e Ind. (Sao Paulo) 7,931-3 (1939) of C. A. 31, 6467.  
 C. A. Vol. 33, No. 14, Pág.: 5665-6.
4. ---*Kogan M. E.*  
 Steeping of the Stalks and Bast of Kenaf with Accelerators.  
 Prom. Lubyaykh Volokon Pág.: 9, 11-12 (1939) Chem. Lenter 1940. 11. 1949.  
 C. A. Vol. 36, No. 17, Pág.: 5353-9.
5. ---*Hemptine A. de.*  
 Retting Flax, Hemp, and Similar Textile Fibers.  
 Belg. 430, 664. Nov. 30, 1948.  
 C. A. Vol. 33, No. 19, Pág.: 8033-9.
6. ---*Serdyukov V. K.*  
 The Technical Analysis of Plants by Means of Small Samples.

- Soviet Plant Ind. Record 1940, No. 2, 124-42 (In English 1941).  
C. A. Vol. 35, No. 13, Page: 4601-2.
- 7.---Caldwell S. A. G. and Worner R. K.  
Jute New Uses, New Methods.  
Dyer. 93, 293-31 (1945).
- 8.---Goldberg J. B.  
Textile Research and Its Applications to Industry.  
J. Textile Inst. 39, P 211-18 (1948).  
C. A. Vol. 42, No. 19, Pages: 7531-d.
- 9.---Muller E.  
The Identification of Textile Fibers.  
Melliand Textubber. 28-109-11 (1947).  
C. A. Vol. 42, No. 21, Page: 8472-e.
- 10.---Sarkar P. B. and Chatterjee H.  
Bleaching of Jute with Chlorite.  
(Indian Central Jute Committee Calcutta) J. Textile Inst.  
39-T 274-81 (1946).  
C. A. Vol. 42, No. 21, Page: 8481-i.
- 11.---Callow H. J.  
Yellowing of Jute.  
Current Sci (India) 16,286-7 (1947).  
C. A. Vol. 43, No. 16, Page: 6422-a.
- 12.---Sarker P. B.  
Yellowing of Bleached Jute.  
Current Sci (India) 16,287 (1947).  
C. A. Vol. 43, No. 16, Page: 6422-b.
- 13.---Mitta M. K.  
Bleaching of Jute.  
Indian Textile J. 60,636 (1950).  
C. A. Vol. 44- No. 18, Page: 8666-C.
- 14.---Kirby R. H.  
Lesser Know Fibers Kanaff.  
Fibers 10,336-8, 365-6, 369, 399, 401. (1949).  
C. A. Vol. 44, No. 10, Page: 4681-f.
- 15.---Harris M.  
A New Conception of Fibers.  
"Fibre and Fabric" 94 No. 2937, 6 (1941).  
C. A. Vol. 35 Page: 4601-2, No. 13.
- 16.---Sen M. K. and Hermus P. H.  
(Inst. Cellulose Research, Utrecht Netherlands).

- Structure of Jute II Lignin- Hemicellulose Complex and Other Non-cellulosic constituents.  
 Rev. Trav. Chim. C 8, 1079-1105 (1949) c. 1., C. A. 336-h.  
 C. A. Vol. 44, No. 11, Pág.: 5106-f.
17. -- *Biswas B.*  
 Jute and Jute Substitutes.  
 Indian Textile J. 60, 583-6 (1950).  
 Vol. 44, No. 17, Pág.: 8113-e.
18. -- *Callow H. J.*  
 Determination of Lignin content of Jute.  
 J. Textile Inst. 41, T 255-66 (1950).  
 Leeds Univ. Eng.  
 C. A. Vol. 44, No. 20, Pág.: 9679-F.
19. -- *Chatterjee H.*  
 Therole of Cationic Ash of Jute Fibers in Its Acid Value Determination.  
 J. Textile Inst. 41 T 243-8 (1950).  
 Tech. Research Lab. Tollygunge Calcutta.  
 C. A. Vol. 44, No. 20, Pág.: 9679-F.
20. -- *Sen M. K. and Woods H. J.*  
 Structure of Jute. I. Two Fold Function of Lignin.  
 Biochim. et Biophys Acta 3,510-17 (1949).  
 C. A. Vol. 44, No. 1, Pág.: 336-h.
21. -- *Turner A. J.*  
 Structure of Textile Fibers VIII. Long Vegetable Fibers.  
 J. Textile Inst. 40 P. 972-84 (1949).  
 C. A. Vol. 44, No. 2, Pág.: 844-i.
22. -- *Sen M. K. and Hermans P. H.*  
 Origin of the Hygroscopicity of Jute.  
 Research Inst. Calcutta India. Natures 164,628-9.  
 C. A. Vol. 44, No. 5, Pág.: 2247-b.
23. -- *Macmillan W. G., Sen Gupta A. B. and Majundar S. K.*  
 Studies in the Bleaching of Jute I. The Action of Sodium Hypochlorite.  
 Research Inst. Calcutta J. India Chem. Soc. Ind. News E. 12-105-12. (1949).  
 C. A. Vol. 44, No. 22, Pág.: 11105-b.
24. -- *Douglas P. G. and Crossman G. C.*  
 Examination of Textile Fibers by the Description Staining Method. Textile Research J. 19,644-6 (1949).  
 C. A. Vol. 45, No. 1, 335-a.

25. — *Woods H. J.*  
 Structure of Fibers. Chain molecules and their disposition.  
 Crystalline and amorphous parts of fibers.  
*J. Textile Inst.* 40, P 869-71 (1949).  
*C. A.* Vol. 45, No. 1, 335-d.
26. — *Turner A. I.*  
 Structure of Textile Fibers. VIII. Long Vegetable Fibers.  
*J. Textile Inst.* 40 P 972-84 (1949).  
*C. A.* Vol. 45, No. 2, 843.
27. — *Chakrabanti B. J.*  
 The Effect of Variation in Grist and Twist on the Strength  
 of the Yarnin.  
 The Effect of Variation in Grist and Twist on the Strength  
*Indian Textile J* 59, 1062-74 (1949).  
*C. A.* Vol. 45, No. 2, 844-b.
28. — *Callow H. J. and Speakmain J. B.*  
 The Action of Light on Jute.  
 (Univ. of Leeds Engr.), *J. Soc. Dyers Colorists* 65, 758-63  
 (1949).  
*C. A.* Vol. 45, No. 6, 2759-h.
29. — *Matlin W.*  
 Spot Test Analysis of the Ash of Natural Cellulosic Fibers.  
 (Lowell Textile Inst. Lowell Mass.).  
*Am. Dyestuff. Repr.* 40, 44-8 (1951).  
*C. A.* Vol. 45, No. 9, 4047-b.
30. — *Pennock W.*  
 A Simplified Method for the Determination of the Oil Con-  
 tent of Textiles.  
*Dyestuff Repr.* 40 No. 1, Proc. Am. Assoc.  
 Textile Chem. Colorists, P 30-2 (1951).  
*C. A.* Vol. 45, No. 9, 4047-b.
31. — *Francis Jr. C. S.*  
 Composite Fibrous Products.  
 (American Viscose Corp.) *U. S.* 2, 543, 101. (1951).  
*C. A.* Vol. 45, No. 9, 4055-d.



JAMAICA