

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

ESTUDIO DE LA APTITUD A LA DIGESTION DE UNA MADERA A
PARTIR DE SUS PROPIEDADES QUIMICAS Y APLICACION A
LA BUSQUEDA DE UNA DIGESTION STANDARD DE UNA
MEZCLA DE VARIAS ESPECIES

333

T E S I S

Que para obtener el titulo de

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a

JOSE SERGIO SANCHEZ SOTO

México, D. F.

1974



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.

CLAS. _____
ADQ. _____
VILLAS _____
1900T _____

Tesis
1974
PROC. MT ~~001~~ 296



QUIM. O.

PRESIDENTE : ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL : MARIO GUEVARA VERA
SECRETARIO : JORGE A. CASTAÑARES ALCALA
1er. SUPLENTE: ANTONIO REYES CHUMACERO
2do. SUPLENTE: CUTBERTO RAMIREZ C.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:
CENTRO DE INVESTIGACION DE MATERIALES U.N.A.M.
SUSTENTANTE : JOSE SERGIO SANCHEZ SOTO
ASESOR DEL TEMA : JORGE A. CASTAÑARES A.
SUPERVISOR TECNICO : HENRI GARAUD.

CON RESPETO Y AGRADECIMIENTO
PARA EL DR. JUAN ANTONIO CA-
REAGA, DIRECTOR DEL CENTRO
DE INVESTIGACION DE MATERIA-
LES.

AGRADEZCO MUY ATENTAMENTE
A TODAS LAS PERSONAS QUE
COLABORARON DE UNA U OTRA
FORMA A LA REALIZACION DE
ESTE TRABAJO.

A MIS PADRES

CON AGRADECIMIENTO Y CARIÑO

A MIS HERMANOS.

AL SEÑOR ING. E.F.P. HENRI GARAUD
POR SU VALIOSA Y DESINTERESADA AYUDA.

A MIS AMIGOS.

I N D I C E
C A P I T U L O S

- I . GENERALIDADES.
- II. OBJETIVO.
- III. DESCRIPCION DEL METODO OPERATORIO. MUESTREO E IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS.
- IV. PRUEBAS QUIMICAS Y PREDETERMINACION DE LA APTITUD A LA DIGESTION.
- V. APLICACION DEL METODO A LA BUSQUEDA DE LA DIGESTION STANDARD. DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO. DIGESTIONES EXPERIMENTALES.
- VI. DIGESTION SIMULTANEA DE LAS 5 ESPECIES DE RESINOSOS.
- VII. VERIFICACION DE LA PREDETERMINACION.
- VIII. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA PULPA Y EL PAPEL.
- IX. CONCLUSIONES.
- X. BIBLIOGRAFIA.

C A P I T U L O I
G E N E R A L I D A D E S

El consumo mundial de celulosa se ha ido acrecentando considerablemente en los últimos años y es por eso -- que muchos países pobres en maderas convencionales -- (resinosos) para la industria papelera han tenido que recurrir a la investigación de nuevas materias primas, capaces estas de solucionar la carencia de celulosa.

PANORAMA DEL CONSUMO DE PAPEL EN
EL MUNDO.

A ñ o	Consumo
1800	10,000 Ton/año
1900	8,000,000 "
1920	12,000,000 "
1939	35,000,000 "
1956	60,000,000 "
1971	130,000,000 "

Esto ha tenido como consecuencia que en diversas partes del mundo se esté aprovechando desde hace varios años - cualquier material capaz de producir celulosa tales --- como los llamados productos anuales de la agricultura - (paja de trigo, bagazo de caña, etc.) así como los sub productos de la industria textil.

En los últimos años se ha estado atacando el problema de la explotación de los bosques heterogéneos (selvas tropicales) para que esta sea de una manera tal que se aprovechen todas las especies existentes en el bosque y no de una manera parcial como se venía haciendo tradicionalmente desperdiciando de esta manera una gran cantidad de materia prima.

Se cree que de la explotación de las selvas tropicales depende en una gran cantidad reducir el déficit de celulosa - que se empieza a sentir en casi todo el mundo.

Se dice que el consumo de papel de un país por habitante y por año es un reflejo del grado de civilización que dicho país ha logrado; en México el consumo por habitante y por año es apenas de 25 kg., que comparado con el de otros países es relativamente bajo; a continuación se presenta el consumo y la producción de algunos países:

CONSUMO POR HABITANTE Y POR AÑO.

1. U.S.A.	257 Kg. por habitante y por año.
2. Suecia	180 "
3. Canadá	166 "
.	.
.	.
.	.

13. Japón	120 Kg. por habitante y por año.	
15. Francia	100	"
México	25	"
China	5	"
Africa	1 - 2	"

PRODUCCION DE PAPEL DE ALGUNOS PAISES

1. U.S.A.	50,000,000 Ton/año	
2. Japón	12,000,000	"
3. Canadá	11,000,000	"
4. U.R.S.S.	7,000,000	"
.	.	
.	.	
9. Francia	5,000,000	"
10. China	4,000,000	"
México	896,687	"

Sin embargo México es un país con un gran potencial celulósico que debe aprovecharse para poder satisfacer las demandas nacionales y de esta manera evitar en lo más posible las grandes importaciones de celulosa que dañan considerablemente nuestra economía.

C A P I T U L O I I

O B J E T I V O

Como se dijo en el capítulo anterior, la carencia de celulosa es grande y se hace necesario encontrar nuevas fuentes de dicho material así como nuevos métodos de explotación de la materia prima.

Se dice que el consumo de papel sigue la llamada curva de Gauss; si tomamos esto en cuenta y las estadísticas, por ejemplo, las del consumo en pulpa química en México y Europa Occidental, veremos que dentro de poco tiempo tendremos un déficit tremendo en material celulósico.

TENDENCIA DE LA PRODUCCION Y CONSUMO DE CELULOSA EN MEXICO.

Año	Consumo (Mill.de Ton.)	Producción (Mill.de Ton.)	Déficit.
1974	755	549	206
1975	821	587	234
1976	893	628	265
1977	972	672	300
1978	1058	719	339
1979	1151	769	382
1980	1252	823	429

TENDENCIA DE LA PRODUCCION Y CONSUMO DE CELULOSA EN EUROPA OCCIDENTAL.

Año	Consumo (Mill.de Ton.)	Producción (Mill.de Ton.)	Déficit.
1960	9.7	9.4	-0.3
1970	19.1	18.1	-1

1975	26	23.93	-2.2
1980	35	31.7	-3.5

Mirando estos datos nos damos cuenta de la necesidad tan grande que tenemos de encontrar nuevas fuentes de celulosa.

Quizá una de las fuentes que hasta la fecha no han sido debidamente aprovechadas son los bosques heterogéneos incluyendo dentro de éstos las selvas tropicales y esto es debido a que su explotación plantea algunos problemas. Como por ejemplo, el aumento de las especies no aprovechables, la variación de la calidad del producto final, así como los problemas que se tienen para integrar la digestión adecuada.

Resulta entonces muy necesario tratar de encontrar algún método que nos permita aprovechar todas las especies presentes en un bosque heterogéneo así como resolver el problema de la inconstancia en la calidad del producto final, y esto es lo que vamos a tratar de abordar en el presente trabajo.

También como otro objetivo se tratará de mostrar que se puede tener una idea de la aptitud de la digestión de una madera; basándonos en un trabajo previo hecho por el " Centre Technique Forestier de Paris " (El cual dió muy buenos resultados en las selvas africanas).

Dicho método se basa en el estudio previo de algunas de las propiedades químicas del vegetal tales como el porcentaje de lignina y el porcentaje de sustancias extraíbles con una mezcla del alcohol - benceno principalmente.

Para la elaboración del presente trabajo se contó con cinco especies de maderas (coníferas), aunque quizás hubiese sido mejor poder contar con un número mayor de especies para poder hacer mejores interpretaciones de los resultados, pero más que esto en el presente trabajo solo se pretende dar una idea general de los pasos a seguir para llevar a cabo un estudio en un bosque heterogéneo.

Escencialmente éste estudio debe estar encaminado a la búsqueda de un método que nos permita predefinir la aptitud mayor o menor a la digestión de una madera; aplicable también, a la búsqueda de un método operatorio -- standard que nos permita tratar cualquier mezcla de maderas.

Siendo la mezcla de maderas estudiada en éste trabajo-- escencialmente de resinosos, la variación de las características que nos permitirán encontrar la digestión -- standard será basada sobre la finalidad de obtener una pulpa al sulfato destinada al blanqueo.

La selección del tipo de papel dentro de la gama de las pulpas blanqueadas podrá ser determinado por un estudio del blanqueo lo cual no se incluye en éste estudio.

C A P I T U L O III

DESCRIPCION DEL METODO OPERATORIO. MUESTREO E IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS.

Descripción del Método Operatorio.

El método se basa en el estudio previo de algunas de las propiedades químicas del vegetal. En nuestro caso de la suma " Lignina + Extracto Alcohol - Benceno ".

El criterio que se sigue es el de clasificar las maderas como más o menos aptas a la Digestión de acuerdo a su -- contenido de la suma lignina + extracto alcohol - benceno. Siendo las más aptas aquellas cuyo contenido en lignina + extracto es menor y las menos aptas o se más diff ciles a cocer aquellas cuyo contenido de la suma es ---- mayor.

Al hablar de aptitud o no a la digestión nos estamos refiriendo no solo a como se comporta la madera con respecto a los reactivos sino también por ejemplo a los rendimientos obtenidos, números de permanganato, etc.

Para aclarar las bases sobre las cuales se apoya este -- método será preciso explicarnos un poco lo que sucede -- en una digestión.

Como se sabe la materia prima básica para la fabricación del papel es la celulosa, ésta a su vez se obtiene mediante el tratamiento químico y mecánico de algunas sustancias que la poseen. Todos los procesos utilizados pueden considerarse esencialmente como métodos de extracción, dado que el material vegetal está hecho de fibras de celulosa asociadas con otras muchas sustancias que desde el punto de vista de la fabricación del papel son consideradas como impurezas indeseables. Estas incluyen ligninas, pectinas, resinas y ceras, taninos, materiales vegetales colorantes y compuestos carbohidratados en proporciones que varían considerablemente de acuerdo con el tipo de planta de que se trate.

La función del proceso de extracción por lo tanto es inicialmente romper éstos compuestos de modo de liberar la celulosa, y en segundo lugar modificar los compuestos no celulósicos resultantes (y cualquier otro de manera de poder eliminarlos fácilmente por ejemplo durante el lavado.

Como podemos ver el objetivo de la digestión es atacar los componentes asociados con la celulosa y las sustancias (del tipo resinoso) extraíbles con alcohol - benceno. Por lo tanto podemos concluir que una madera con un contenido elevado de "la suma - lignina + extracto alcohol-benceno " será más difícil a tratar que una madera -

con su contenido bajo de dicha suma, luego entonces una madera con índice elevado de " lignina + extracto alcohol - benceno " además de ser más difícil su cocimiento nos dará un rendimiento en pulpa bajo, puesto que las condiciones de cocción serían más drásticas y una parte de la celulosa será atacada, disminuyendo de ésta manera el rendimiento final.

Tomando en cuenta lo anterior la manera como se procede es la siguiente: teniendo referencia de cual madera es la que mayor contenido tiene de la suma - lignina + extracto alcohol - benceno, tendremos presente que ésta - será la que mayor dificultad presente al cocimiento y - por consiguiente la tomaremos como referencia para la - serie de digestiones que se harán con el fin de llegar - a encontrar la digestión standard que servirá para cual - quier mezcla de maderas.

Esta digestión la encontraremos haciendo una serie de - digestiones experimentales en las cuales se irán varian - do cada uno de los parámetros de cocción dejando fijos - otros, luego entonces veremos cual es que arroja mejores resultados y ya sobre éstas bases podremos asegurar que los demás tipos de maderas nos darán resultados satis- - factorios.

MUESTREO E IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS.

Las muestras con las cuales se llevó a cabo el presente trabajo fueron tomadas en el Estado de Guerrero, en el bosque ubicado en la zona Centro (clasificación del inventario forestal del Estado de Guerrero). El muestreo se llevó a cabo empíricamente sin tomar en cuenta ningún método de muestreo.

Fueron traídos al laboratorio dos trozos de cada una -- de las especies de resinosos presentes en dicho bosque, de 50 - 60 cm. de largo y de 20 - 30 cm. de diámetro.

Para su estudio se convirtieron en astillas de dimensiones más o menos uniformes de 5 cm. de largo, 3 cm. de ancho y 3 a 4 mm. de espesor).

En el transcurso de los experimentos las astillas tuvieron una sequedad que osciló entre 85 % y 92 %.

Para su identificación se tomaron en cuenta las características botánicas de cada especie así como la opinión del ingeniero forestal encargado del bosque.

La densidad de las muestras fué medida con 8 % de humedad y expresada en estado seco.

TABLA DE NOMENCLATURA

CLAVE	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD
1	Pino real	Pinus Pringlei shaw	0.50
2	Pino real	Pinus Strobus L.Var Ch. Mtez.	0.42
3	Pino	Pinus Psendostrobus Lindl.	0.57
4	Pino	Pinus Occarpa	0.54
5	Oyamel	Abies Religiosa (H.B.K.)	0.58

C A P I T U L O IV

PRUEBAS QUIMICAS Y PREDETERMINACION DE LA APTITUD

A LA DIGESTION.

PRUEBAS QUIMICAS.

CLAVE	% Extracto Alcohol - Benceno	% de Lignina	Suma % Extracto Alcohol benceno + % Lignina.	% Cenizas
1	16.7	28.1	44.8	0.17
2	17.0	29.5	46.5	0.77
3	17.9	27.2	45.1	0.63
4	17.5	27.4	44.9	0.75
5	17.1	26.0	43.1	0.82

Las pruebas de laboratorio efectuadas para la determinación del porcentaje de lignina y % de extracto alcohol - benceno se llevaron a cabo de acuerdo a las normas TAPPI ya existentes.

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE LIGNINA.

Puesto que con muchos casos la lignina es el principal constituyente no celulósico de la mayoría de los materiales vegetales, su determinación generalmente es importante. El contenido de lignina constituye hasta cierto punto una orientación hacia el método más apropiado para evaluar o digerir una materia prima.

El método seguido para esta determinación es el de Klason que -- consiste en tratar la materia prima con ácido sulfúrico el cual va a solubilizar los poliholósidos y dejar la lignina como residuo (NORMA TAPPI 6 m - 59).

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE **EXTRACTO ALCOHOL - BENCENO**

(TAPPI T 6 m - 59)

La cantidad de madera soluble en una mezcla de alcohol benceno es una medida de la cera, grasa, resina y otros compuestos insolubles en éter, incluyendo algunas de las llamadas gomas de madera y otros compuestos solubles en agua.

CONTENIDO DE CENIZAS. (TAPPI T 15 m - 59).

Esta determinación se requiere para completar el análisis unmaterial vegetal, en particular, especialmente cuando la suma de los datos analíticos difere bastante de 100 % y por lo tanto se requiere una corrección de inorgánicos.

PREDETERMINACION DE LA APTITUD A LA DIGESTION.

De la Tabla de Pruebas Químicas podemos sacar algunas conclusiones, basándonos en lo que habíamos dicho anteriormente acerca de la facilidad o dificultad a la cocción que presentarían las maderas. Tomando en cuenta el contenido mayor o menor de la suma " % de lignina + % extracto alcohol - benceno ".

Por lo tanto si sabemos que el objetivo de una digestión es atacar los componentes asociados con la celulosa y las sustancias de tipo resinoso extraíbles con solventes, estaremos en la posibilidad de predecir cual de todas las especies a estudiar será la que presente mayor o menor aptitud a la digestión que las demás.

Entonces tomando esto como base podemos decir que el -- pino No. 2 será el que presente mayor dificultad a la - cocción y el No. 5 el más apto o sea el que gastará --- menos agentes Químicos.

Entonces podremos tomar la especie No. 2 como muestra -- o referencia para la búsqueda de las características de- digestión standard, ya que ésta se debe buscar a partir- de la muestra que menos aptitud presente a las caracte-- rísticas de cocción para poder tener la certeza de que - las otras especies no presentarán ninguna dificultad.

Este método de predeterminación está basado en experien- cias tenidas por el " Centre Technique Forestier Tropi-- cal de París " en selvas tropicales africanas "

Donde dió excelentes resultados a pesar de la gran canti- dad de especies existentes. Cabe hacer la aclaración que ellos trabajaron en su totalidad con frondosos y el pre- sente trabajo se hizo con árboles de tipo resinoso.

C A P I T U L O V

APLICACION DEL METODO A LA BUSQUEDA DE LA DIGESTION STANDARD. DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO

APLICACION DEL METODO A LA BUSQUEDA DE LA DIGESTION STANDARD.

De acuerdo al método operatorio antes descrito, el pino No. 2 será el que normalmente debe gastar mayor cantidad de productos químicos. Por lo tanto, nos servirá de base para la búsqueda de la digestión standard.

Para encontrar la digestión standard adecuada, haremos-- variar las características más importantes de la cocción como lo son: la temperatura, relación de baño, % de alcali activo y todo este con el objeto de poder obtener:

- un rendimiento mayor de 45 % (rendimiento convencional de las pulpas al sulfato).
- una viscosidad adecuada para poder estar seguros de que la celulosa se mantenga con un grado de polimerización bastante alto (una viscosidad mayor de 30 c.p. tendrá una polimerización conveniente).
- un número de permanganato alrededor de 20 para que el blanqueo posterior de la pulpa obtenida no sea demasiado difícil. (Si es destinada al blanqueo).

DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO.

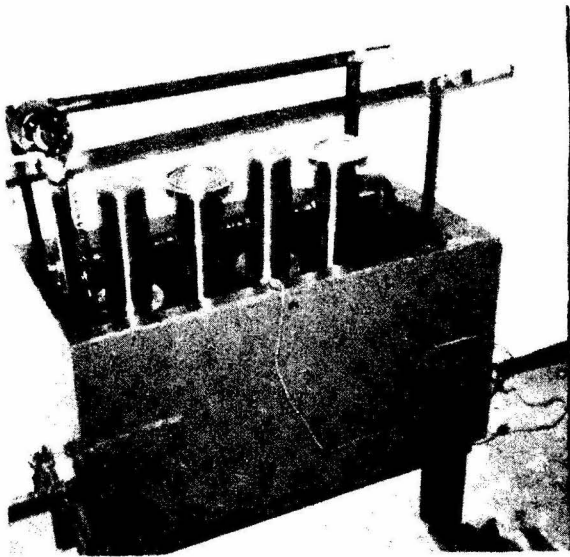
El sistema de cocción diseñado para este experimento --- consiste de cuatro minidigestores rotatorios, los cuales giran dentro de un baño de aceite a razón de 8 r. p.m. - (fotografía anexa).

El material es de acero inoxidable Tipo 304 Cédula 40, - con una capacidad de aproximadamente 1000 cm³.

El recipiente que contiene el aceite fue construido de -- lámina de fierro calibre 22, tiene una longitud de 85 cm. y una altura de 45 cm.; tiene una doble pared entre las - cuales va un aislante térmico (vermiculita) para evitar - pérdidas de calor.

Los minidigestores tienen una sola entrada la cual va ator- nillada y sellada con un empaque de teflón. Estos se hacen girar mediante un motor de 1/4 de HP al cual se le adapta- ton reducciones para que los digestores giren a la veloci- dad antes mencionada.

La selección del aceite se hizo tomando en cuenta varios - factores: Como el desprendimiento de humo, el mal olor --- (esto debido a que el recipiente trabaja al aire libre) y - su comportamiento con respecto a la subida de temperatura, probandolo hasta 180 C como máximo puesto que las digestio- nes se iban a efectuar en condiciones similares.



SISTEMA DE MINIDIGESTORES

El fluido térmico seleccionado es un aceite comercial - llamado RUBREX A 110. Los datos obtenidos de temperatura contra el tiempo son los siguientes:

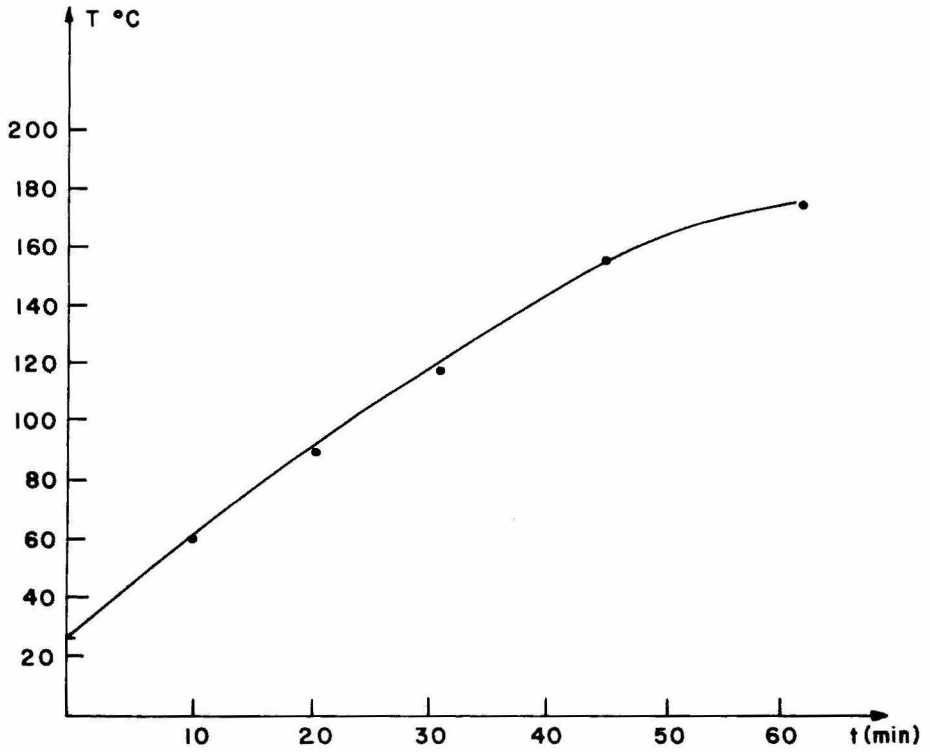
T °C	T Min.	
25	0	
60	10	
90	20	
120	30	Vol.utilizado
160	45	1 litro.
180	60	

Estos datos están representados gráficamente en la hoja siguiente.

CARACTERISTICAS DEL RUBREX A 110.

Flash point	490 °F
Viscosidad (100°F)	680 Sus
Viscosidad (210°F)	71/74 Sus
Cp	0.56 cal/gr °C
Densidad (25 C)	0.88 gr/cm ³

GRAFICA TEMPERATURA - TIEMPO



La curva no da una línea recta debido a que conforme aumenta la temperatura, las pérdidas de calor son mayores.

La fuente de energía para calentar el aceite es una resistencia de 4000 watts (en forma de U) la cual está colocada en la parte inferior del recipiente, se calculó de la manera -- siguiente:

En base a la masa de aceite que contenía el recipiente a su Cp y la temperatura inicial y final que necesitábamos, se -- calcularon las calorías necesarias y después los watts que se necesitaban para tener esas calorías.

Con la ec. de transferencia de calor.

$$\int dQ = m C_p \int dt$$

$$\int dQ = m C_p \int_{t_1}^{t_2} dt$$

$$Q = C_p m [t_f - t_i]$$

$$Q = 70\,500 \times 0.56 \times 160$$

$$Q = 6\,350\,000 \text{ Cal.}$$

$$Q = 6\,350 \text{ Kcal.}$$

$$1 \text{ Kcal} = 4.18 \text{ KJ}$$

$$Q = 26\,543 \text{ KJ}$$

$$Q = 26\,543 \text{ J}$$

$$1 \text{ W} = \text{Joule/seg}$$

$$W = \frac{26\,543\,000 \text{ J}}{3\,600 \times 2} = 3\,700 \text{ Watts}$$

Se tomaron 2 horas como limite para alcanzar la temperatura máxima.

DIGESTION I

Cocimiento del pino 2. Pino Strobis L. Variedad Chiapanesis Martí
nez.

Tiempo de Digestión y Temperatura

1 H de impregnación a 100 °C

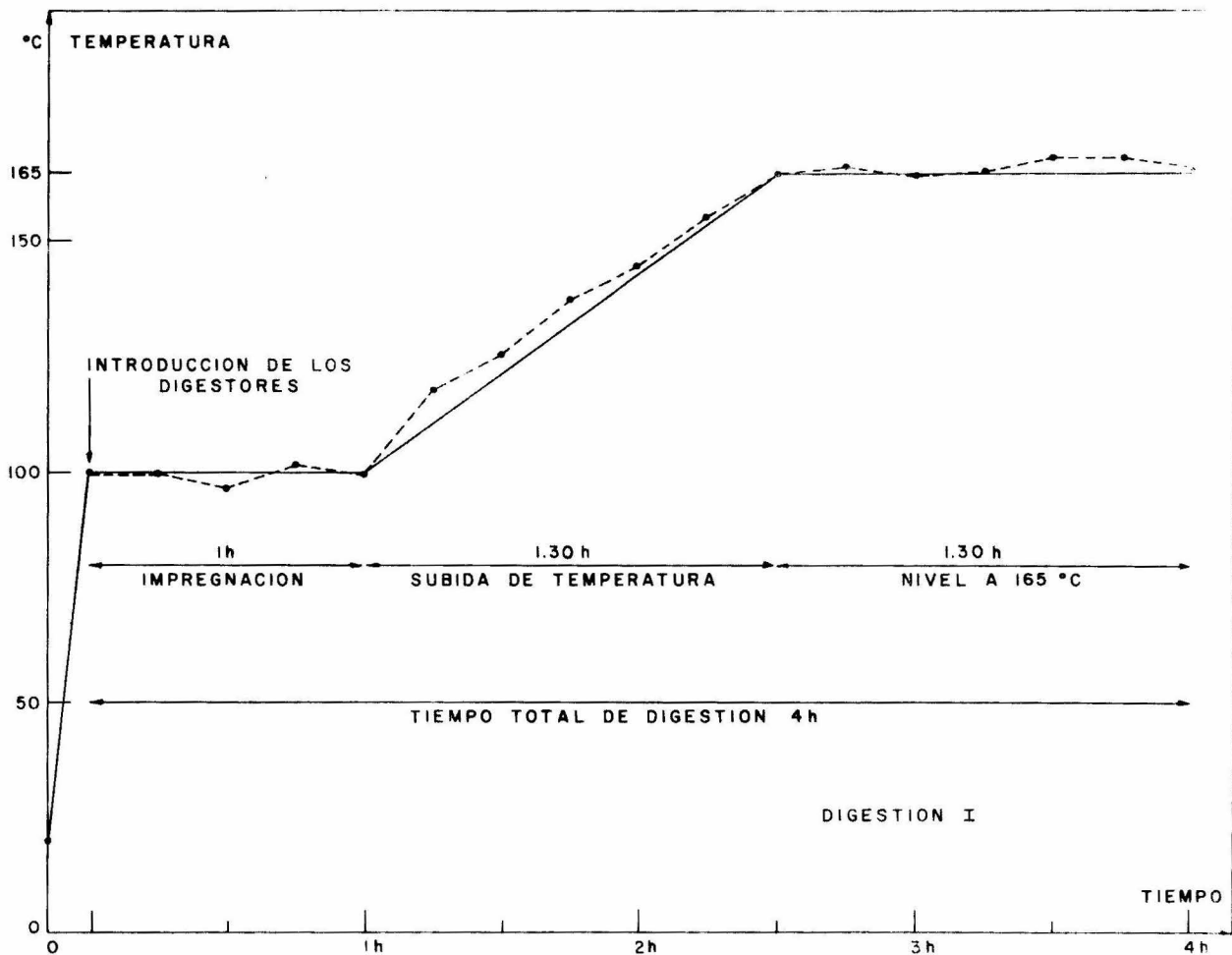
1 H 30 de subida en temperatura

1 H 30 a 165 °C

Relación de baño: 4.0

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
% de Alkali activo/ madera (Na2O)	20.0 %	22.0 %	24.0 %	26.0 %
Sulfidez %	25.0 %	25.0 %	25.0 %	25.0 %
NaOH	19.4 g	21.3 g	23.3 g	25.2 g
Na2S (seco	6.29 g	6.93 g	7.55 g	8.2 g
Peso seco de la muestra	100.0 g	100.0 g	100.0 g	100.0 g
Concentración en NaOH	48.0 g/l	53.0 g/l	58.0 g/l	63.0 g/l
Concentración en Alkali Activo	50.0 g/l	55.0 g/l	60.0 g/l	65 g/l
Concentración en Alkali efectivo	43.3 g/l	48.1 g/l	52.6 g/l	57.9 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na2O.



RESULTADOS DE LA DIGESTION I

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
% de Alkali Activo/ madera	20.0 %	22.0 %	24.0 %	26.0 %
Rendimiento	44.5 %	42.9 %	37.6 %	36.2 %
Titulación del licor negro: concentración en Alkali efectivo (g/l) de Na ₂ O	8.3 g/l	10.2 g/l	10.9 g/l	11.6 g/l
% de Alkali efectivo consumido	80.8 %	78.8 %	79.2 %	80.0 %
Número de Permanganato	24.2	22.2	17.8	17.0
Viscosidad en cp.	39.2	34.9	28.8	23.7

DIGESTION II

Pino 2

Tiempo y temperatura de digestión

1 H de impregnación a 100 °C

1 H 30 de subida en temperatura

1 H 30 a 165 °C

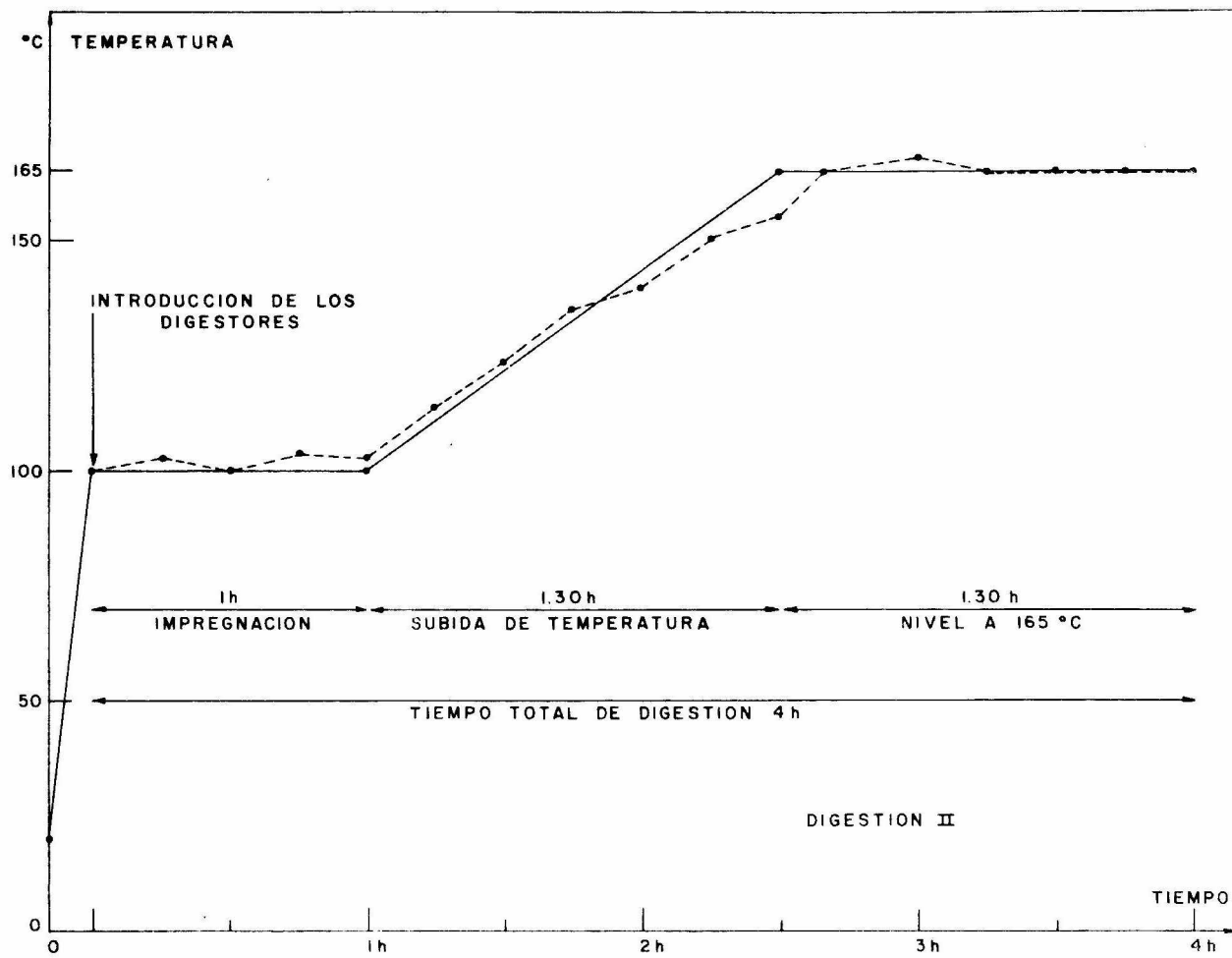
% de Alkali activo en relación con el peso seco de madera:

18 %

Sulfidez: 25 %

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
Relación de baño	3.25	3.5	3.75	4.0
Peso seco de la muestra	100.0 g	100.0 g	100.0 g	100.0 g
NaOH	17.4 g	17.4 g	17.4 g	17.4 g
Na ₂ S (seco)	5.65 g	5.65 g	5.65 g	5.65 g
Concentración en NaOH	53.5 g/l	49.7 g/l	46.5 g/l	43.5 g/l
Concentración en Alkali activo	55.5 g/l	51.5 g/l	48.0 g/l	45.0 g/l
Concentración en Alkali efectivo	48.3 g/l	44.0 g/l	41.9 g/l	39.3 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DE LA DIGESTION II

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
Relación de baño	3.25	3.5	3.75	4.0
Rendimiento	42.9 %	44.7 %	46.2 %	47.4 %
Titulación del licor negro: Concentración en Alkali efectivo (g/l de Na ₂ O)	11.5	11.5	11.1	10.6
% de Alkali efectivo consumido	76.4	74.5	73.5	72.7
Número de Permanganato	29.8	30.4	25.4	32.4
Viscosidad en cp.	75.1	82.9	85.0	89.0

DIGESTION III

Pino 2

Temperatura y Tiempo de Digestión:

1 H impregnación a 100 °C

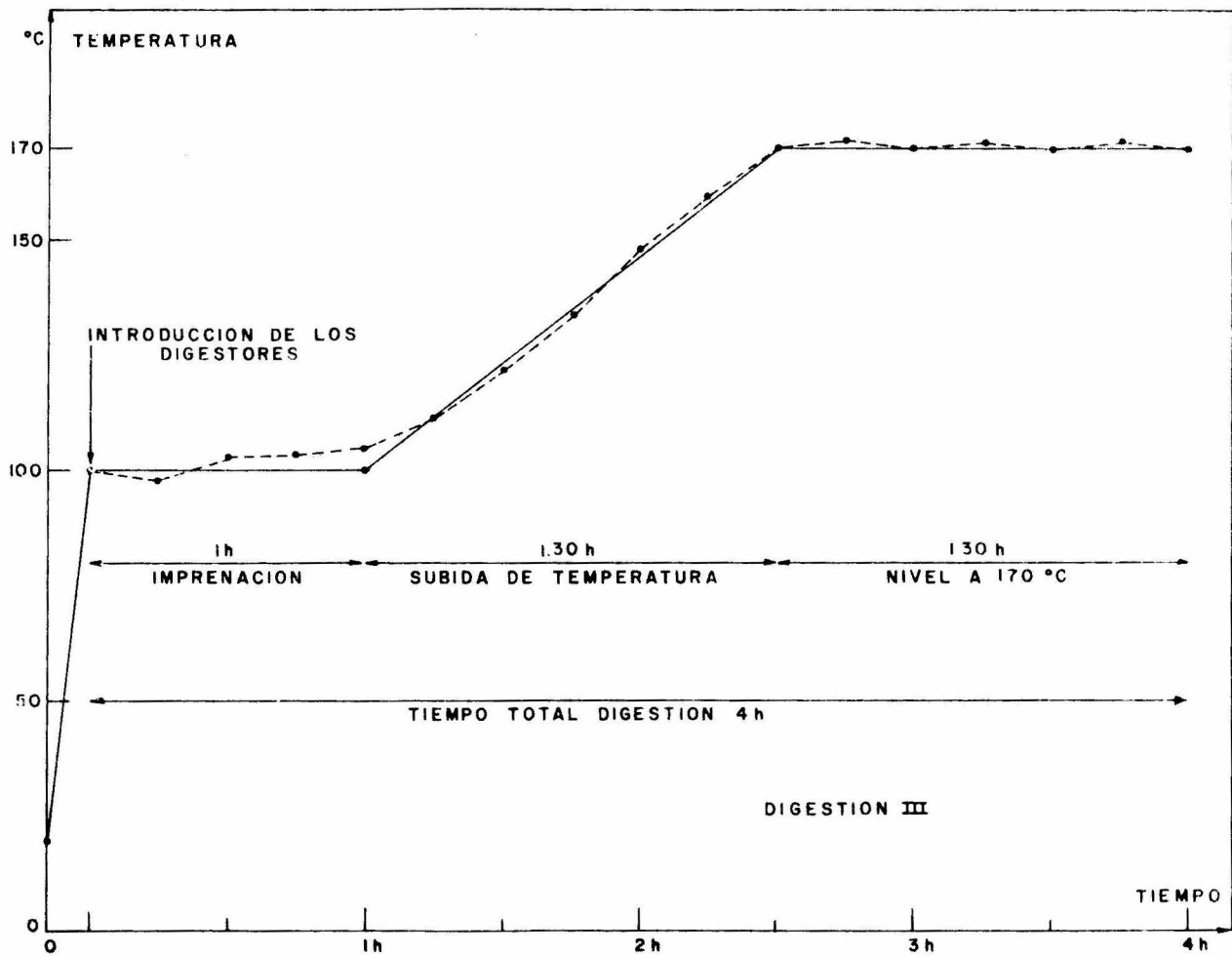
1 H 30 subida en temperatura

1 H 30 a 170 °C

104 g de madera en cada digestor

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
% de Alkali activo en relación con la madera	20.2 %	19.2 %	19.2 %	18.25 %
Sulfidez	25.0 %	25.0 %	25.0 %	25.0 %
Relación de baño	4.0	4.0	3.5	3.5
NaOH	20.3 g	19.35 g	19.35 g	10.4 g
Na2S (seco)	6.6 g	6.29 g	6.29 g	5.97 g
Concentración en NaOH	50.7 g/l	48.3 g/l	55.2 g/l	52.6 g/l
Concentración en Alkali activo	52.6 g/l	49.9 g/l	57.0 g/l	54.3 g/l
Concentración en Alkali efectivo	45.3 g/l	43.75 g/l	50.0 g/l	47.5 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na2O.



RESULTADOS DE LA DIGESION III

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
Rendimiento	44.0 %	46.0 %	43.4 %	43.5
Titulación de licor negro: concentración en Alkali efectivo (g/l de Na ₂ O)	10.4	9.9	10.75	10.5
% de Alkali efectivo consumido	77.4	77.4	78.5	77.9
Número de Permanganato	23.3	20.5	17.0	17.7
Viscosidad en cp.	37.0	25.1	23.8	31.2

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS DIGESTIONES

DIGESTION I.-

El tiempo de impregnación que se le da a la madera tiene como finalidad que se lleve a cabo una buena penetración de licor blanco - dentro de las astillas.

Las viscosidades y los numeros de permanganato de las muestras de los digestores (3 y 4) son buenos pero en cambio los rendimientos de esas digestiones no pueden ser aceptables desde el punto de vista industrial.

Aunque las pulpas obtenidas en los digestores (1 y 2) dan un rendimiento aceptable y viscosidades elevadas tienen un inconveniente, que es el numero de permanganato un poco alto para pulpas destinadas al blanqueo. Por lo tanto, podemos concluir que lo que gana--mos en rendimiento lo perdemos en un consumo mayor de agente de - blanqueo.

Ahora bien, lo que podemos hacer para mejorar los resultados de la digestión es lo siguiente:

Dejar la gráfica tiempo temperatura idéntica bajar el % de Alkali - activo para seguir protegiendo la celulosa (viscosidades y rendi-miento convenientes) y tratar de dar al licor blanco una acción más selectiva lo cual lo podemos lograr variando su concentración (va--riación de la relación de baño).

DIGESTION II.-

La variación de concentración que hicimos para esta digestión no tuvo efectos favorables, ya que el consumo de alcali fué más o menos eo mismo y los números de permanganato quedaron demasiado altos - - (aún más que en la primera digestión debido a que el % de alcali activo era más bajo).

En vista de los resultados obtenidos sólo nos quedaba hacer variar

la temperatura para lo cual la subimos hasta 170 °C con un porcentaje de alcali activo entre 18% y 20% y una relación de baño entre 3.5 a 4.

DIGESTION III.-

Como se puede observar en la tabla de resultados casi todos fueron satisfactorios, obteniéndose rendimientos muy aceptables así como las viscosidades y número de permanganato.

En vista de que los 4 experimentos de la última digestión dieron - muy buenos resultados, trataremos de optimizar la digestión simultánea de los 5 resinosos variando los parametros de cocción entre los rangos utilizados para la digestión III.

CAPITULO VI

DIGESTION SIMULTANEA DE LAS 5 ESPECIES DE RESINOSOS

DIGESTION H₁

Digestion Simultánea de los resinosos (1, 2, 3, 4, 5)

Tiempo - Temperatura

1 H de impregnación a 100 °C

1 H 30 de subida de Temperatura

1 H 30 a 170 °C

% Alkali activo: 19% - 20%

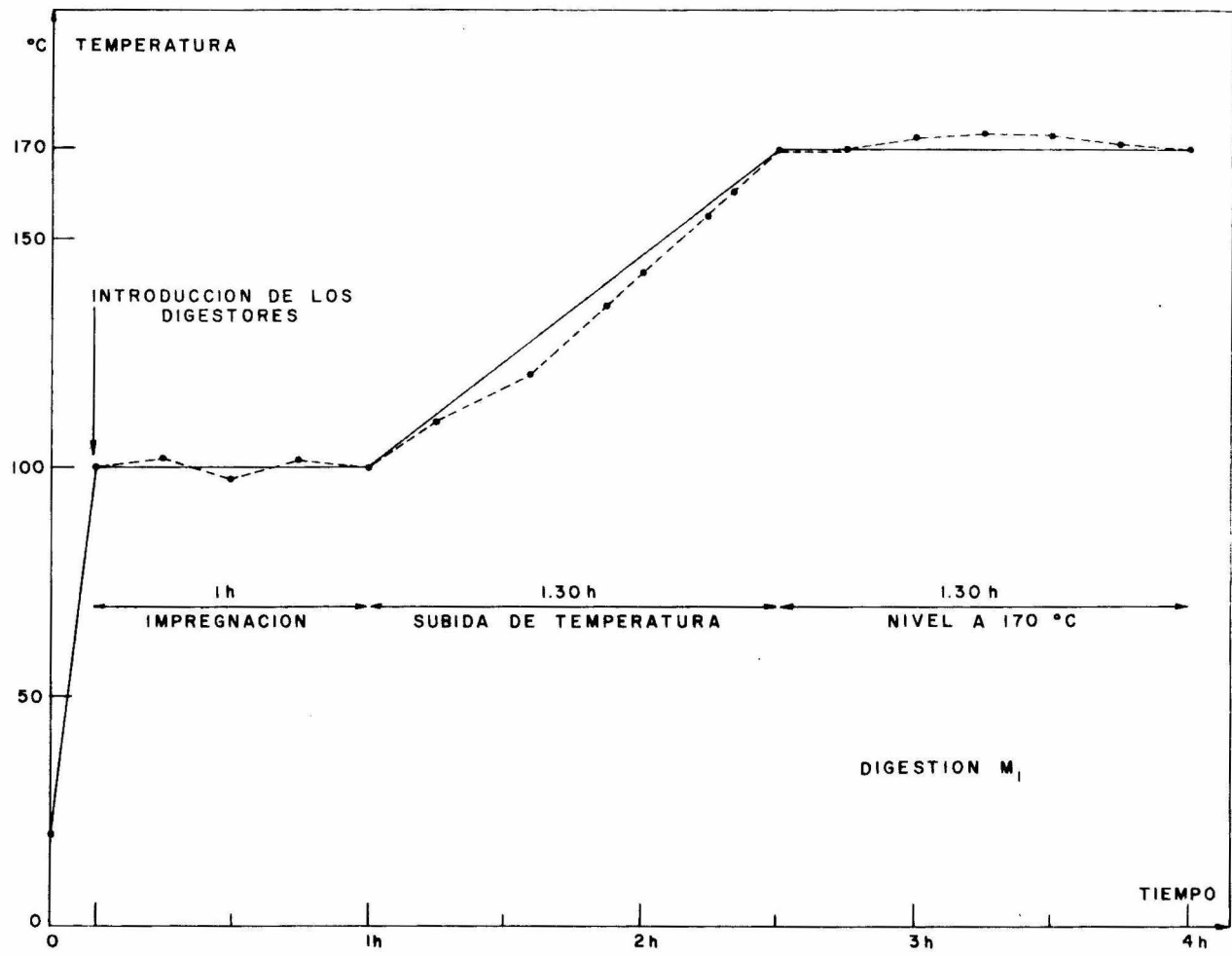
Sulfidez: 25%

Relación de baño: 3.5 - 4

20 g. de cada especie de madera en cada digestivo

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)
% Alkali Activo/madera	19.0 %	19.0 %	20.0 %
Sulfidez	25.0 %	25.0 %	25.0 %
Relación de baño	4.0	3.5	4.0
NaOH	18.4 g	18.4 g	19.35 g
Na ₂ S	5.97 g	5.97 g	6.28 g
Conc. en NaOH	46.0 g/l	52.5 g/l	48.3 g/l
Conc. en Alkali Activo	47.5 g/l	54.3 g/l	50.0 g/l
Conc. en A E	41.5 g/l	47.5 g/l	43.7 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DE LA DIGESTION N₁

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)
Rendimiento	44.6	43.8	44
Tit. del Licor negro: Conc. en A E sobrante (g/l de Na ₂ O)	8.4 g/l	9.5 g/l	8.9 g/l
% de alcali efectivo Consumido	79.8	80.0 %	79.6 %
Número de Permanganato	18.4	17.2	17.6
Viscosidad en C. P.	40.6	36.8	32.7

La pequeña variación de % de alcali activo o de concentración del Licor blanco no tuvo efectos muy representativos en los resultados pues los 3 experimentos dieron características muy semejantes y bastante aceptables.

- Rendimientos arriba de 43%
- Números de permanganato abajo de 19
- Viscosidades altas, lo que significa que la pulpa no está muy degradada.

Esta digestión no la vamos a considerar como la ideal sino que vamos a tratar de optimizarla y buscando principalmente un mejor rendimiento, haciendo variar el tiempo de cocimiento.

DIGESTION M₂

Tiempo - Temperatura

1 H Impregnación a 100 °C

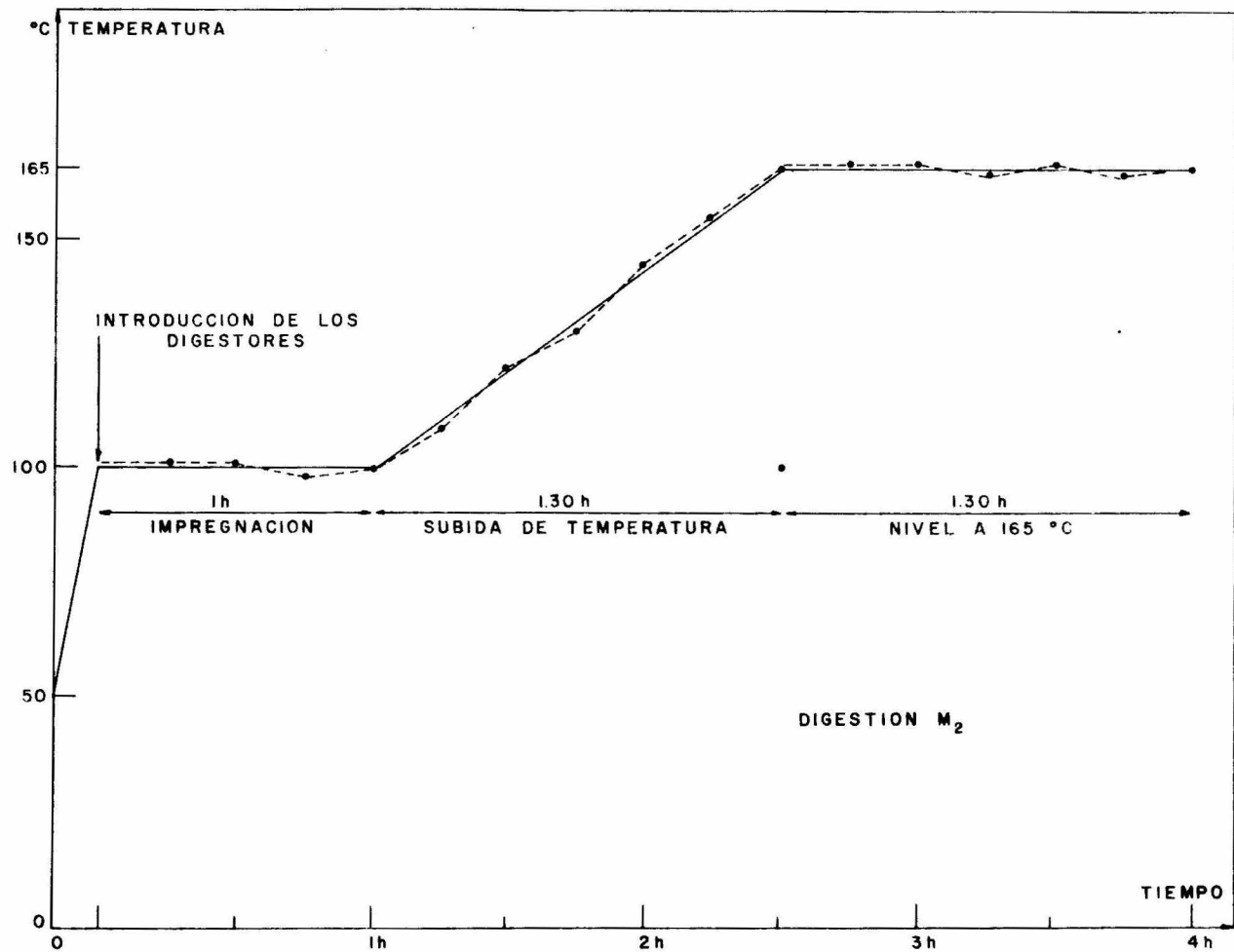
1 H 30 de subida de temperatura

1 H 30 a 165 °C

Relación de Baño: 3.33

No. de Digestores	(1)	(2)
% AA/madera	20 %	19 %
Sulfides	25 %	25 %
NaOH	19.35 g	18.4 g
Na ₂ S (seco)	6.3 g	5.97 g
Conc. de NaOH (g/l)	58 g/l	55.25 g/l
Conc. de Alkali Activo	60 g/l	57.2 g/l
Conc. en Alkali Efectivo	52.5 g/l	50 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DE LA DIGESTION M₂

No. de Digestores	(1)	(2)
Rendimiento	45.8	46.5
Tit. del Licor negro Conc. en AE sobrante (g/l de Na ₂ O)	9.8 g/l	8.0 g/l
% AE Consumido	81.4 %	80.4 %
Número de Permanganato	17.1	18.7
Viscosidad en C. P.	41.2	43.0

DIGESTION M₃

Tiempo - Temperatura

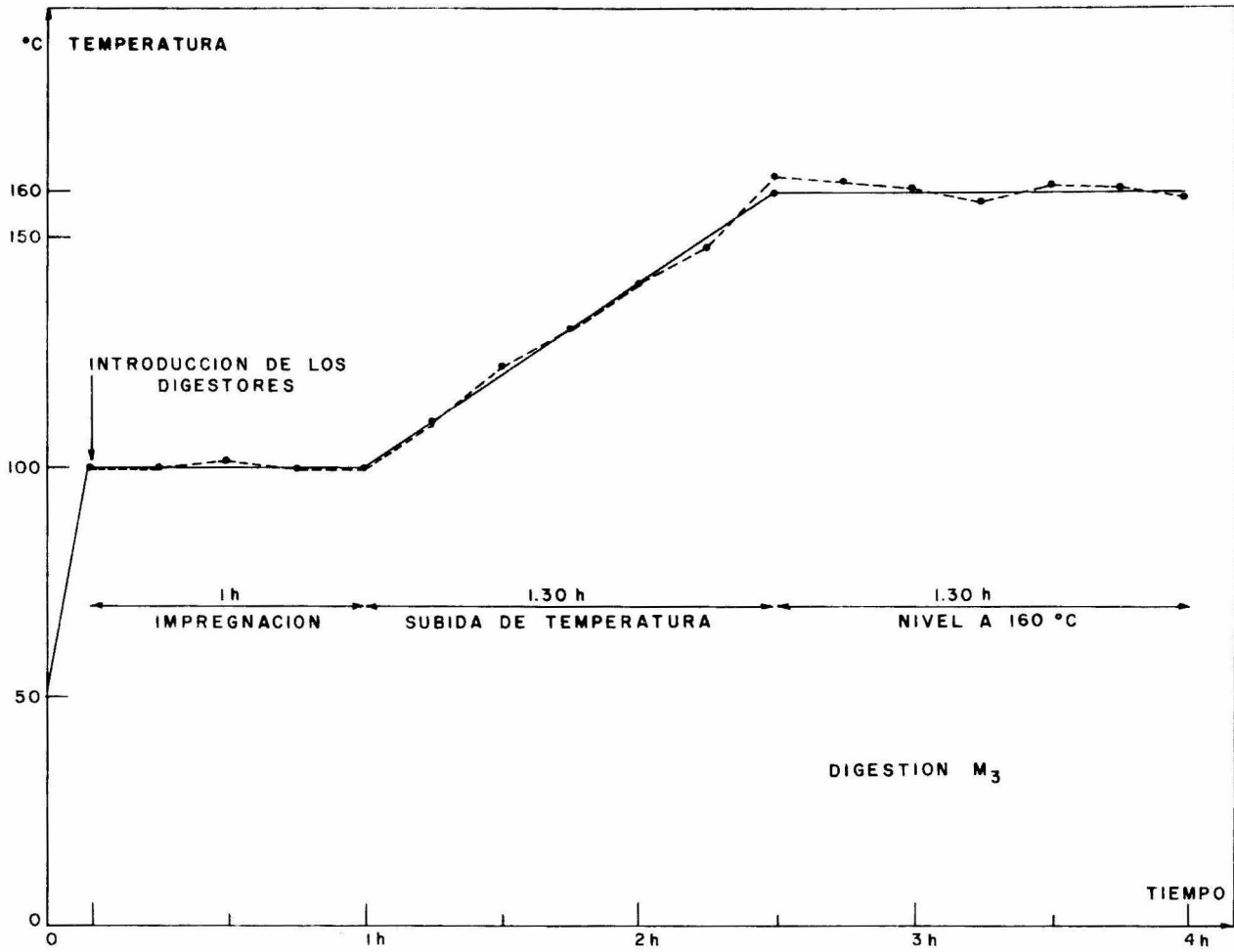
1 H Impregnación a 100 °C

1 H 30 de subida de temperatura

1 H 30 a 160 °C

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
% AA/madera	18 %	18 %	19 %	20 %
Relación de Baño	3.0	3.33	3.33	3.33
Sulfidez	25 %	25 %	25 %	25 %
NaOH	17.4 g	17.4 g	18.4 g	19.35 g
Na ₂ S	5.65 g	5.65 g	5.97 g	6.3 g
Conc. Alkali Activo	60 g/l	54 g/l	57.2 g/l	69 g/l
Conc. Alkali Efectivo	52.5 g/l	47.25 g/l	50 g/l	52.5 g/l
Conc. de NaOH	58 g/l	52.2 g/l	55.25 g/l	58 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente Na₂O.



RESULTADOS DIGESTION M₃

No. de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
Rendimiento	46.1	50.2	48.1	46.4
Tit. del Licor negro: Conc. en AE sobrante (g/l de Na ₂ O)	13.3 g/l	13.4 g/l	12.35 g/l	12.7 g/l
% AE Consumido	74.7 %	71.6 %	75.3 %	75.8 %
Número de Permanganato	29.5	32.6	28.8	25.8
Viscosidad en C.P.	80.6	107.4	45.6	104.1

A continuación se presenta una tabla con los resultados de las Digestiones anteriores.

DIGESTIONES DE LA MEZCLA DE RESINOSOS (MADERAS 1, 2, 3, 4, 5)

No. Digestiones	Características de las Digestiones				Resultados		
	% de Alkali Activo en relación con la madera	Relación de baño	Temperatura	Concentración en Alkali	Rendimiento %	No. de Permanganato	Viscosidad (cp)
1	19	4	170	47.5	44.6	18.4	40.6
2	19	3.5	170	54.3	43.8	17.2	36.8
3	20	4	170	50	44	17.6	32.7
4	20	3.33	165	60	45.8	17.1	41.2
5	19	3.33	165	57.2	46.5	18.7	43.0
6	18	3.0	160	60	46.2	29.5	80.6
7	18	3.33	160	54	50.2	32.6	107.4
8	19	3.33	160	57.2	48.1	28.8	45.6
9	20	3.33	160	60	46.4	25.8	104.1

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

De esta serie de digestiones vamos a elegir la mejor sobre los siguientes criterios:

- Un buen Rendimiento
- Un número de Permanganato abajo de 23
- Una viscosidad lo más alta posible.

Tomaremos también en cuenta el gasto de agentes de digestión, por lo tanto si llegamos a tener características iguales elegiremos la pulpa conseguida con la digestión de menor alcali activo.

De las digestiones con 18% de alcali activo ninguna nos conviene, -- pues tienen números de permanganato muy superiores a 23 que era el límite fijado.

Digestiones con 19% de alcali activo: Desde el punto de vista de la viscosidad nos conviene la 5 y la 8, pero ésta queda excluída debido a su número de Permanganato muy alto.

Digestiones con 20% de alcali activo: La digestión y parece ser muy buena pues da un número de Permanganato bastante aceptable, lo mismo que su viscosidad pero desde el punto de vista económico es mejor la No. 5.

Por lo tanto elegiremos la digestión No. 5 como la mejor para la mezcla de resinosos.

Pero como podemos todavía subir un poco el número de Permanganato, bajando el porcentaje de alcali activo de 19 - 18.8 con el consiguiente ahorro en gasto de productos químicos y en el mejoramiento del rendimiento y la resistencia mecánica de las Fibras.

DIGESTION M₄

Tiempo - Temperatura

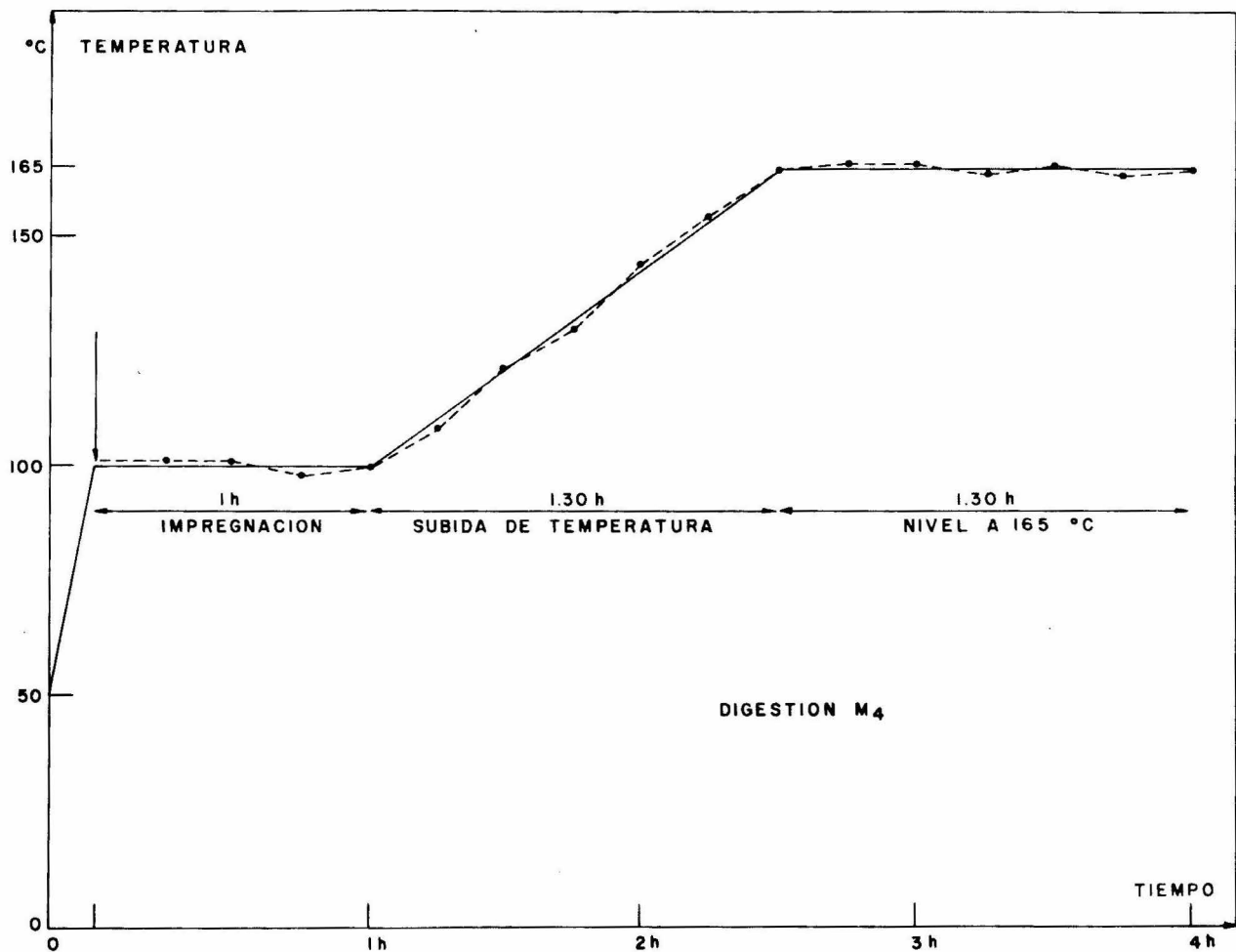
1 H Impregnación

1 H 30 Subida a 165 °C

1 H 30 Nivel a 165 °C

No.de Digestores	(1)	(2)	(3)	(4)
% AA Madera	18.8 %	18.8 %	18.8 %	18.8 %
Sulfidez %	25 %	25 %	25 %	25 %
Rel. de baño	3.3	3.3	3.3	3.3
Peso de madera seca	100 gr.	100 gr.	100 gr.	100.gr.
NaOH	19.45 gr.	19.45 gr.	19.45 gr.	19.45 gr.
Na ₂ S seco	4.7 gr.	4.7 gr.	4.7 gr.	4.7 gr.
Conc. AA	57 g/l	57 g/l	57 g/l	57 g/l
Conc. AE	51 g/l	51 g/l	51 g/l	51 g/l
Conc. NaOH	59 g/l	59 g/l	59 g/l	59 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DIGESTION M_4

Rendimiento	48.36 %
No. $KMnO_4$	19.7
Viscosidad	40.6 c.p.

En vista de los buenos resultados obtenidos, tomaremos a la Digestión M_4 como la standard para la mezcla de resinosos.

CAPITULO VII

VERIFICACION DE LA PREDTERMINACION

Para llevar a cabo la verificación tuvimos que hacer una digestión de cada una de las especies por separado. El proceso utilizado -- fué el mismo para todas, siendo las características de digestión -- iguales para cada especie, pues sólo así podíamos hacer comparaciones.

Se escogieron a propósito unas características de digestión bastante fuertes para tener la seguridad de digerir completamente cualquier especie de madera, aunque de antemano sabíamos que la pulpa obtenida iba a ser mala desde el punto de vista industrial.

Pero como el objeto era ver cuál con el tipo de madera más difícil a conocer aun en las condiciones más drásticas, el método cumplía su objetivo.

Las condiciones para la Digestión fueron las siguientes:

- % AA/madera seca: 22.2%
- Sulfidez: 18.4%
- Relación de baño; LIQUIDO /madera = 4.65

TIEMPO - TEMPERATURA

- 1 H de Impregnación a 100 °C
- 1 H 30 de subida a 180 °C
- 1 H 30 Nivel a 180 °C

DIGESTION V₁

Cosimiento separado de las maderas 1, 2, 3, 4 y 5

Tiempo de Digestión 4 h. 30 min.

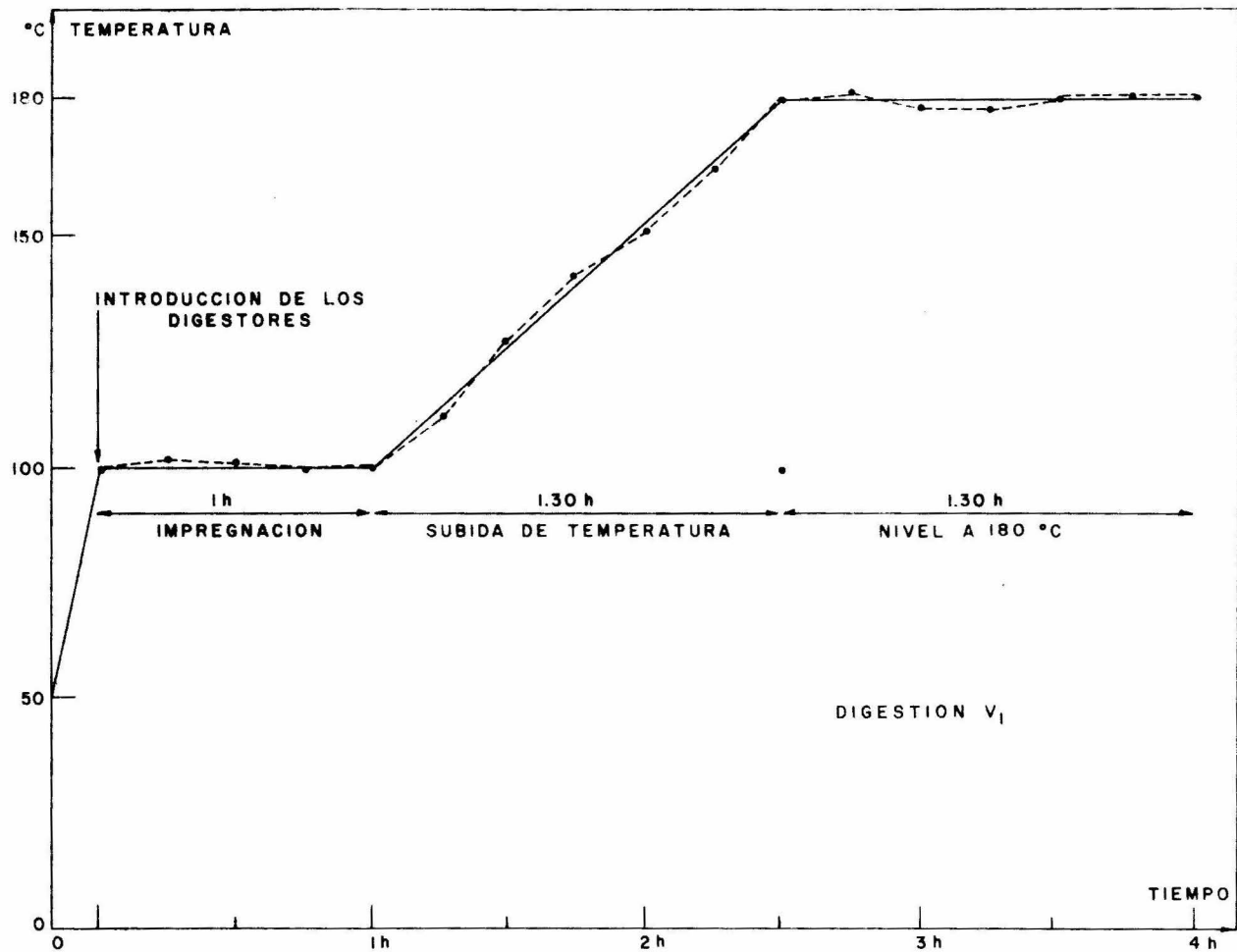
1 H de Impregnación

1 H 30 de subida a 180 °C

2 H de nivel a 180 °C

ESPECIES	1	2	3	4	5
Peso seco de madera puesto en digestor	100.0 g	100.0 g	100.0 g	100.0 g	100.0 g
Alcali Activo en % en relación con el peso de madera	22.2 %	22.2 %	22.2 %	22.2 %	22.2 %
Sulfidez %	18.4 %	18.4 %	18.4 %	18.4 %	18.4 %
Relación de baño	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65
NaOH	23.4 gr.	23.4 gr.	23.4 gr.	23.4 gr.	23.4 gr.
Na ₂ S (seco)	5.15 gr.	5.15 gr.	5.15 gr.	5.15 gr.	5.15 gr.
Concentración en NaOH	50 g/l	50 g/l	50 g/l	50 g/l	50 g/l
Concentración en Alcali efectivo	45 g/l	45 g/l	45 g/l	45 g/l	45 g/l
Conc. en Alcali Activo	47.6 g/l	47.6 g/l	47.6 g/l	47.6 g/l	47.6 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DE LA DIGESTION V₁

ESPECIES	1	2	3	4	5
Rendimiento de la Digestión	41.6%	39.5	40.5	41.7	42.4
% de Alkali Efectivo Consumido (g/l de Na ₂ O)	88.0	92.5	89.0	87.5	87.5
Número de Permanganato	15.8	18.1	13.5	14.5	12.1

Como podemos ver de la tabla anterior la predeterminación hecha en base al criterio % Lignina + % Extracto Alcohol-Benceno, resultó verdadera.

Pues la Digestión en la cual obtuvimos el rendimiento más bajo y - el número de Permanganato más alto fué la del pino No. 2, el cual con el mayor contenido tenía de "% Lignina + % Extracto Alcohol - Benceno".

También podemos observar que los pinos 1, 3 y 4 tienen aptitudes - a la digestión muy semejantes lo que es un fiel reflejo de que sus sumas Extracto - Lignina son muy cercanas (44.8; 45.1; 44.9)

Además el resinoso (oyamel) que era el que tenía menos productos - extraíbles, fué el que tuvo un rendimiento más alto y un número de Permanganato más bajo, quedando de esta manera que el método utili zado para la predeterminación es válido.

CAPITULO VII

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA PULPA Y DEL PAPEL

1.- OBTENCION Y ESTUDIO DE LA PULPA.

Como la capacidad de los Digestores no nos permitía abastecer en una sola digestión la suficiente pulpa para el estudio del refinamiento, se tuvo la necesidad de hacer 2 Digestores - - idénticas E y E', para poder contar con la pulpa necesaria.

CARACTERÍSTICA DE LAS DIGESTIONES E Y E'

TIEMPO - TEMPERATURA

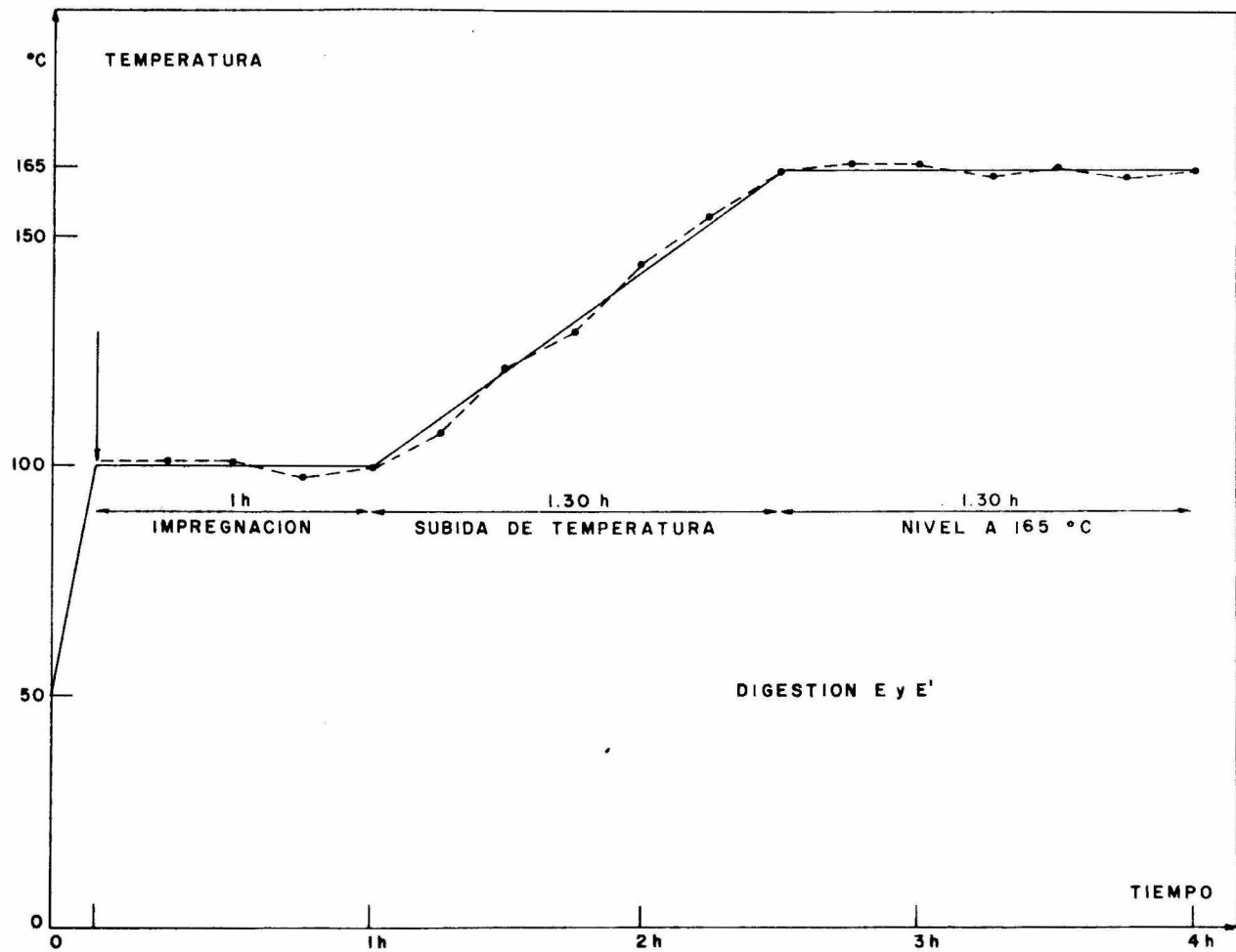
1 H de Impregnación a 100 °C

1 H 30 subida de temperatura

1 H 30 a 165 °C

No. DE DIGESTORES	1	2	3	4
AA/ madera	18.8 %	18.8 %	18.8 %	18.8 %
Mel. de Baño	3.3	3.3	3.3	3.3
Sulfidez %	25 %	25 %	25 %	25 %
NaOH	19.45 gr	19.45 gr	19.45 gr	19.45 gr
Na ₂ S (seco)	4.7 gr	4.7 gr	4.7 gr	4.7 gr
Conc. AA	57 g/l	57 g/l	57 g/l	57 g/l
Conc. AE	51 g/l	51 g/l	51 g/l	51 g/l
Conc. de NaOH	59 g/l	59 g/l	59 g/l	59 g/l

NOTA.- Todo está expresado en su equivalente de Na₂O.



RESULTADOS DIGESTION E Y E'

		Promedio
Rendimiento	48.2% 48.5%	48.35
% de Alkali Efectivo Consumido (g/l de Na2O)	86.4 85.6	86
No. $KMnO_4$	20.4 19.1	20.4
Viscosidad	38.7 42.5	40.6

2.- ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL PAPEL CONSEGUIDO
A VARIOS GRADOS DE REFINAMIENTO.

El refinamiento se hizo en pila Valley (Consistencia = 0.6 g/1) y se muestreó cada 20 min., 800 cm³ de la suspensión de la cual sacamos 3 hojas que fueron secadas en una sala acondicionada para después de medir las diversas características.

Los resultados de este estudio se encuentran a continuación en las Tablas I y II y fueron representados gráficamente.

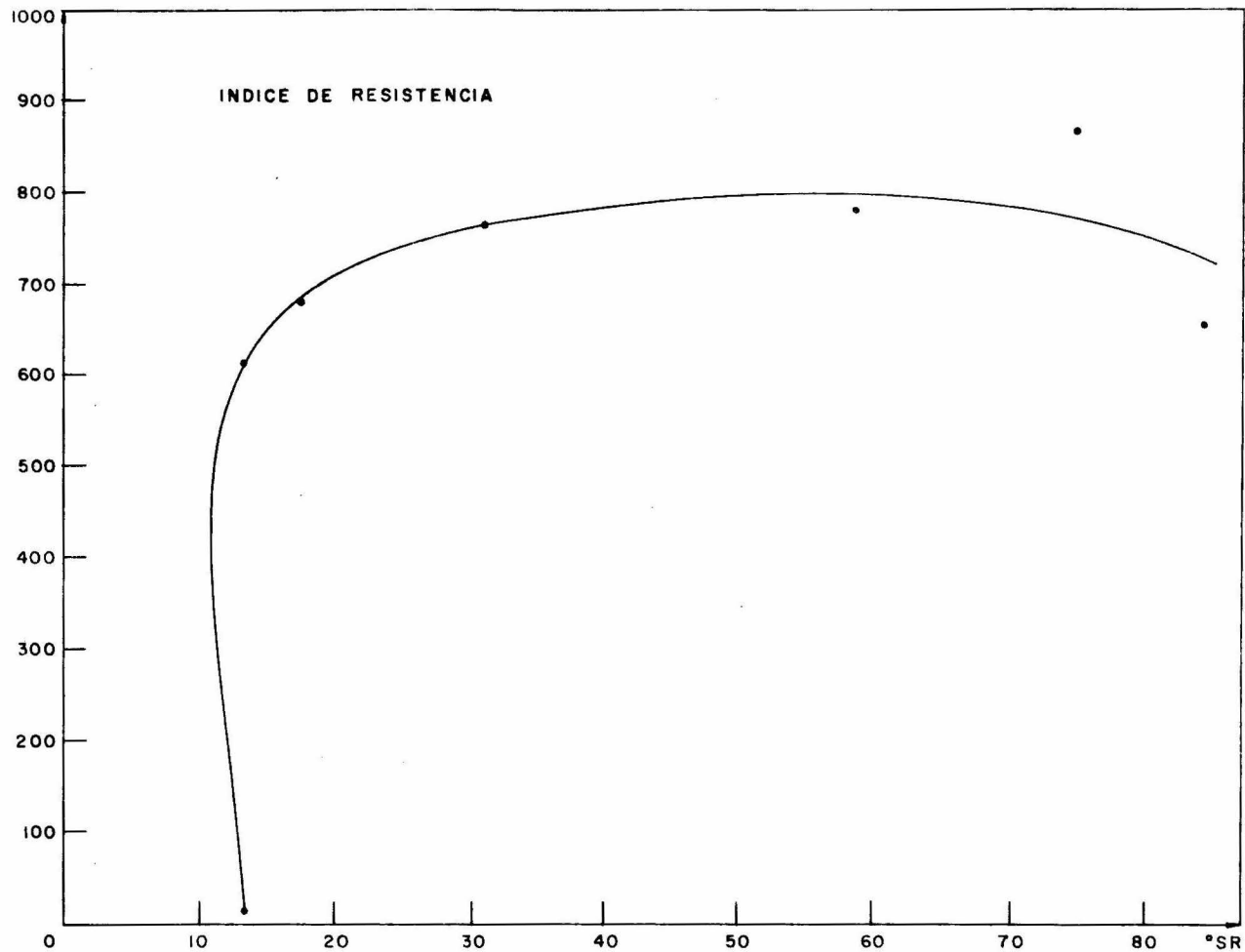
TABLA 1

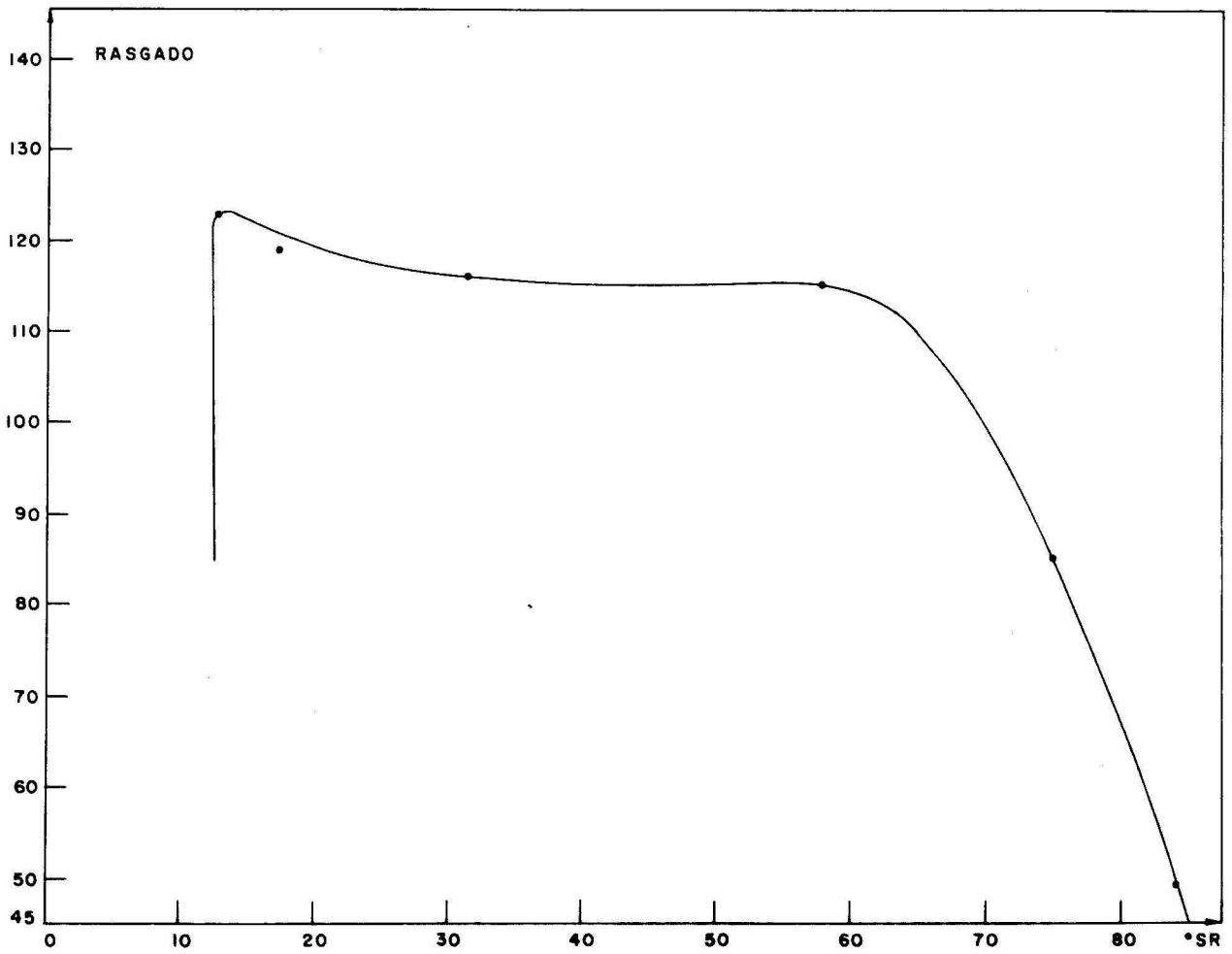
Tiempo de refinamiento min.	0	20	40	60	80	100	120
SR	13.0	13.0	17.5	31.5	58	75	84
Tiempo de Drenado	4	4.2	4.4	5.3	14.0	65.2	210
Peso al m ² gr /m ²	63	60.0	58.5	56.5	61.0	62.5	62.5
Espesor mm	0.177	0.115	0.096	0.09	0.090	0.089	0.088
Volumen específico cm ³ /g	2.8	1.92	1.65	1.59	1.475	1.42	1.418
Densidad g/cm ³	0.356	0.520	0.605	0.630	0.678	0.705	0.706

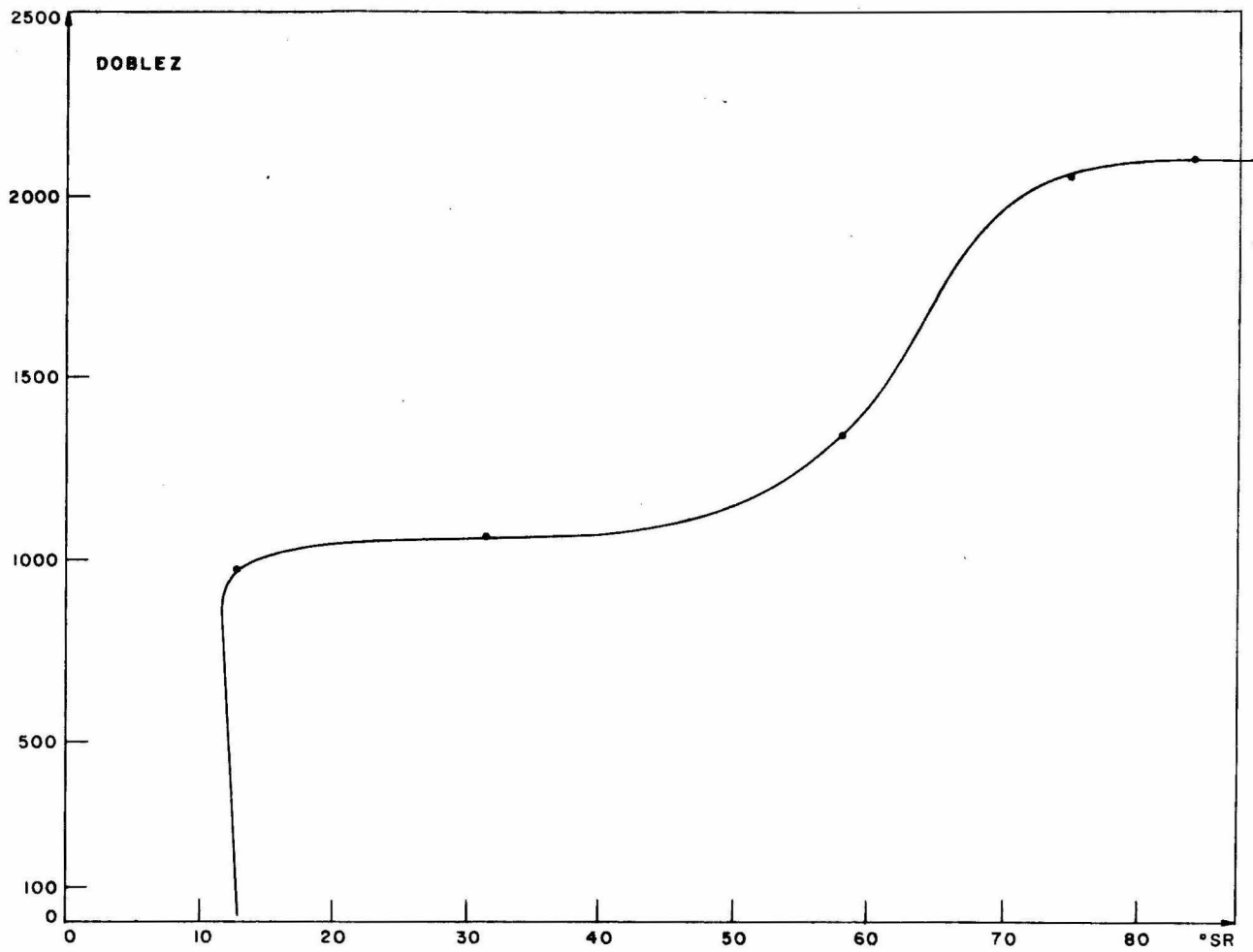
TABLE II

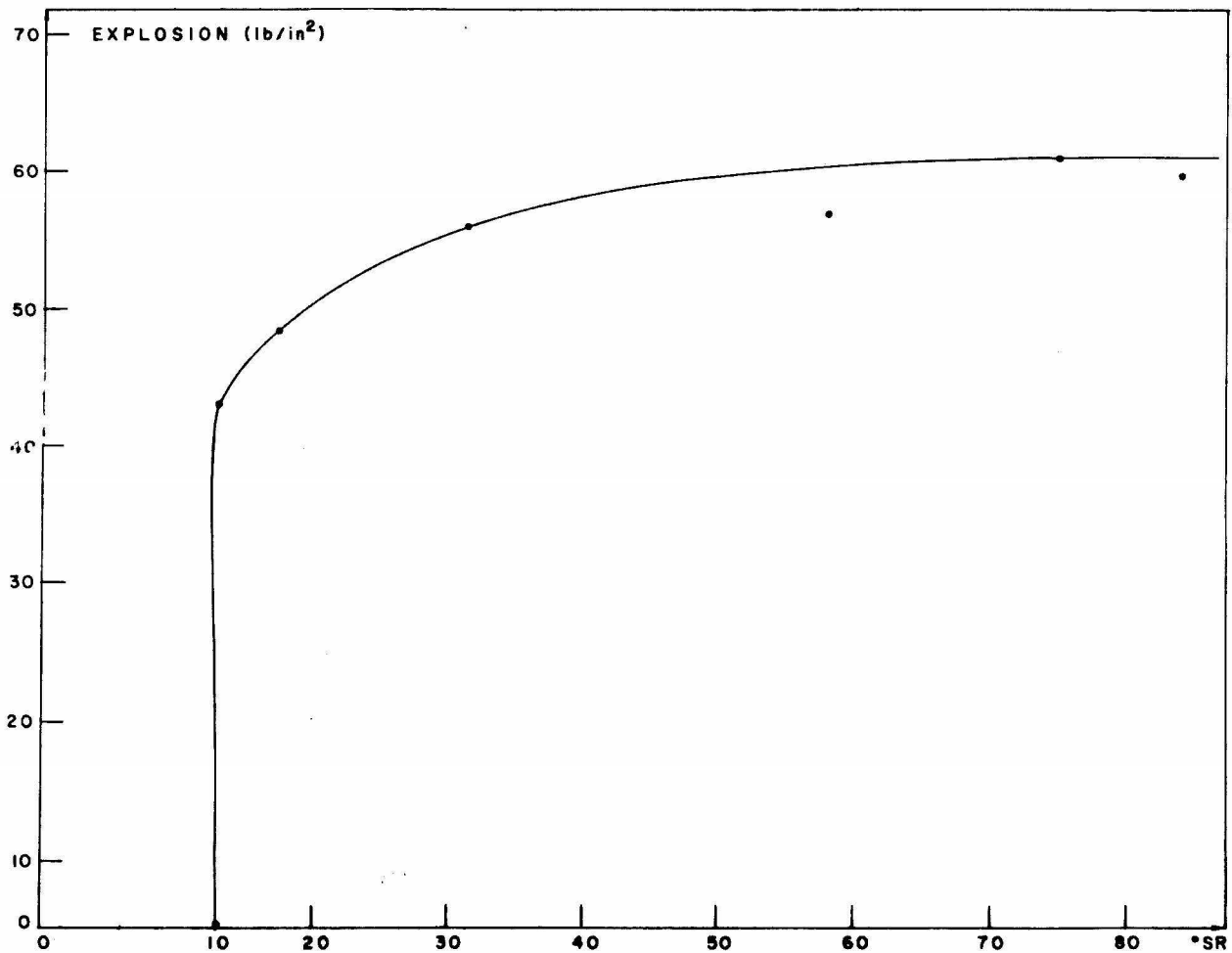
Tiempo de Refinamiento min.	0	20	40	60	80	100	120
SR.	13.0	13.0	17.5	31.5	58	75	84
Encogimiento %	0	1		4	5	10	14
Tiempo de pasaje de 100 ml de aire (seg)	0	0	1.5	32	830	∞	∞
Rasgado	85	123	119	116	115	85	49
Explosión Kg/ cm ²	0.37	3.2	3.4	3.9	4	4.3	4.2
c/m ²	5.3	43	48.3	56	57	61	59.7
Tensión Kg	1.76	5.71	7	7.4	8.81	9	10.05
Elongación %	1.92	2.8	3.2	3.75	3.21	2.8	3.06
Doblez	10	970	1270	1130	1340	2060	2090
Largo de Ruptura	1860	6400	8000	8700	9700	9700	10700
Índice de Resistencia	17.7	617	636	770	784	869	859

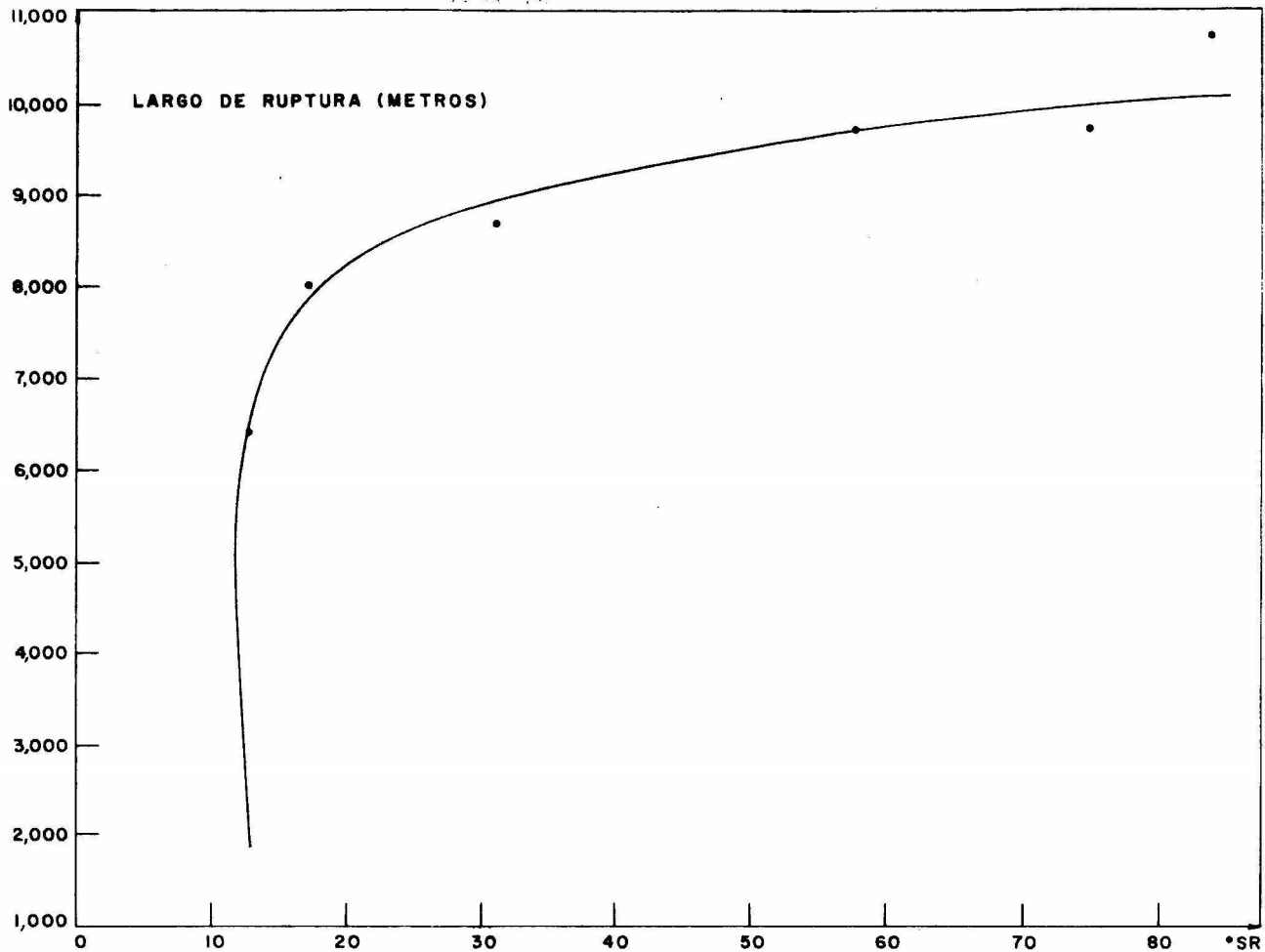
$$IR = \sqrt{\text{Rasgado} \times \text{Doblez} \times \text{Explosión}}$$

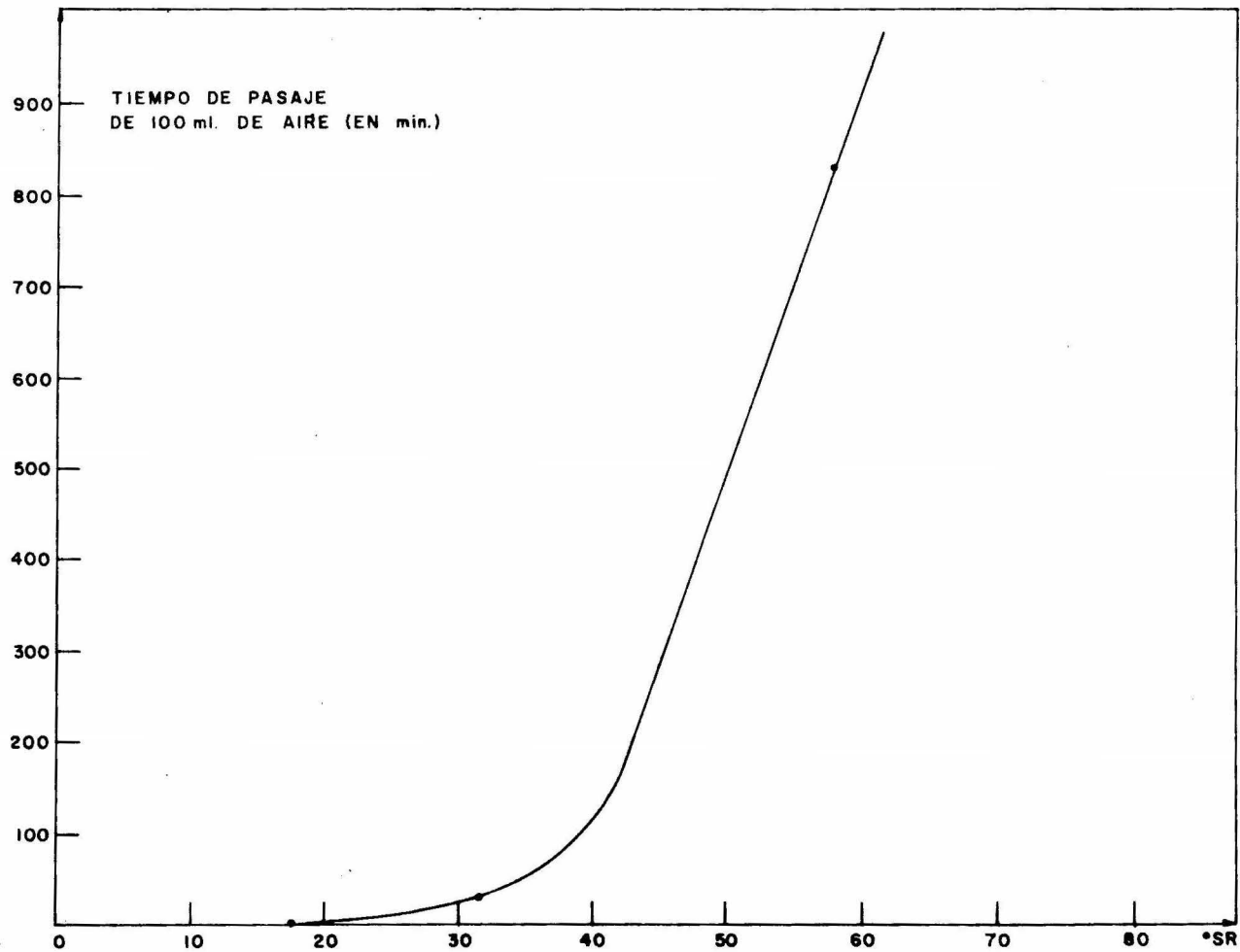




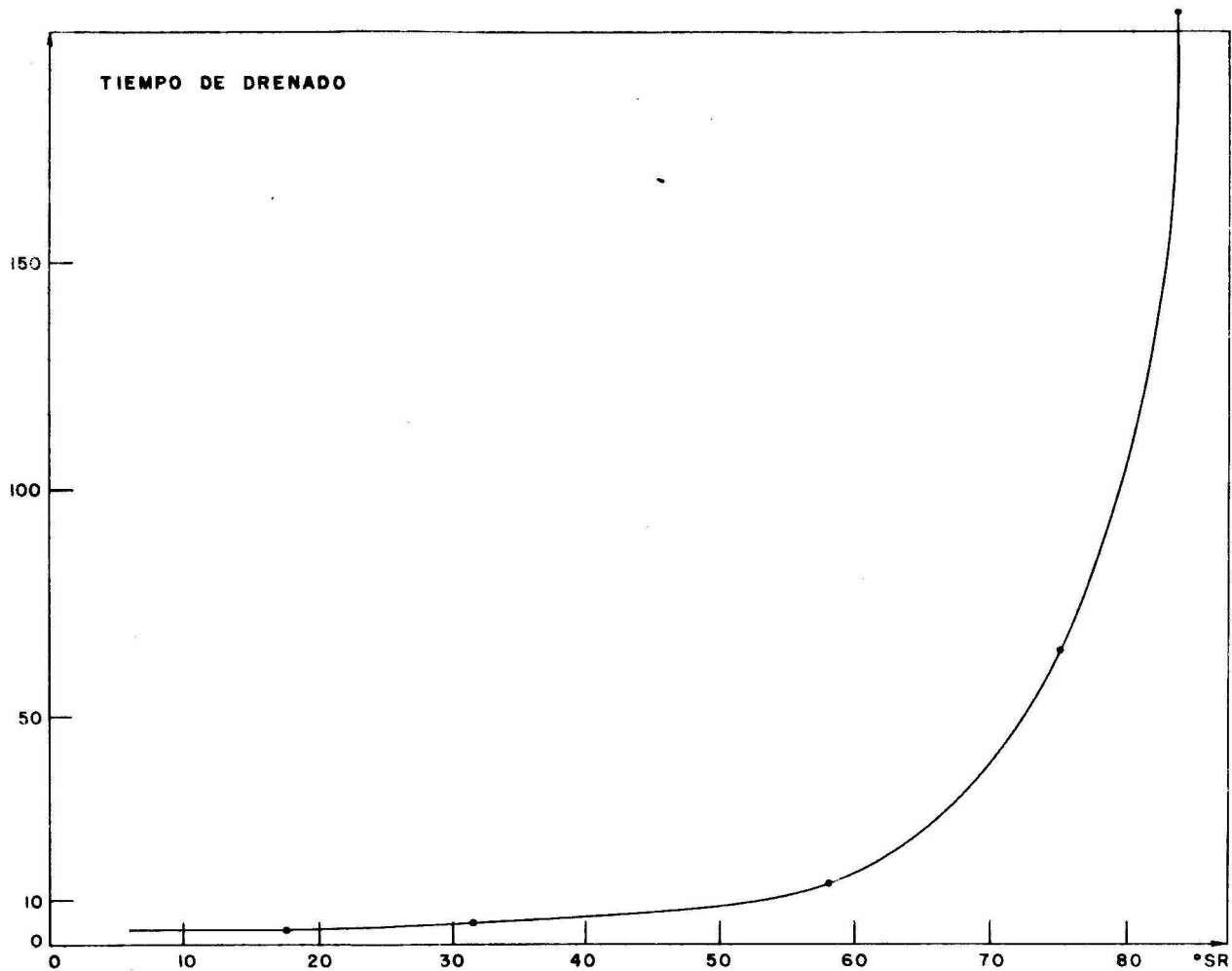


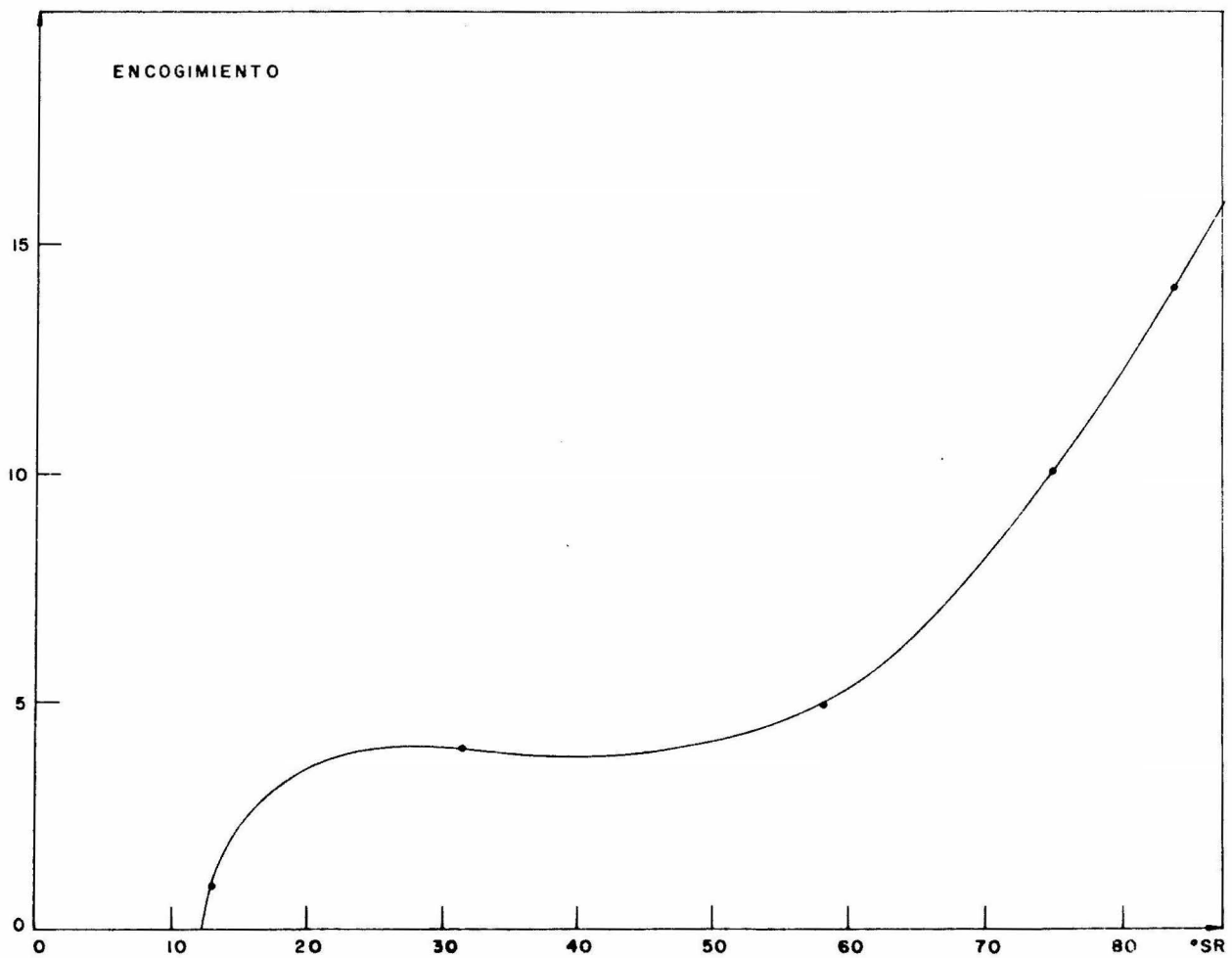






TIEMPO DE DRENADO





ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

El punto de inflexión sobre la gráfica °SR/tiempo, punto-- que corresponde al brusco cambio del estado Físico de las-- Fibras se produce después de 66 min. 30 de refinamiento,-- la pulpa alcanzó en este tiempo un °SR de 40.

Generalmente el refinamiento en el laboratorio es poco --- representativo del refinamiento que se usa actualmente en-- la industria (refinadoras de doble disco cónico), en cuan-- to al tiempo necesario para transformar la pulpa. Por eso-- no nos convenía representar la variación de las caracterís-- ticas en relación con el tiempo, lo hemos hecho mejor en -- relación con un índice representativo del estado adquirido por la pulpa y muy fácil a determinar. El grado Shopper -- que es directamente ligado al poder que tiene la pulpa de-- retener el agua, estando este último relacionado con el -- estado físico de las Fibras.

El punto de inflexión existe también sobre las gráficas -- °SR/tiempo obtenidas por un refinamiento industrial y gene-- ralmente la pulpa industrial es refinada hasta valores cer-- canos a este punto.

Si analizamos entonces los resultados obtenidos por el pa-- pel correspondiente a este punto específico de la pulpa es-- decir a 40 °SR podemos decir en primer lugar que todas las-- características son muy convenientes.

Indice de Resistencia - Rasgado - Doblez - Explosión

Un índice que nos pareció bien representativo de las carac-- terísticas generales del papel o mejor dicho de su capaci-- dad de resistencia, es el índice de resistencia

$$IR = \sqrt{\text{Doblez} \times \text{Rasg.} \times \text{Exp.}}$$

En efecto en el transcurso del refinamiento siempre baja -- el rasgado mientras el doblez y la explosión son al contra-- rio favorecidos.

El rasgado es sensible a la resistencia de las ligaduras,-- ella misma favorecida por la Fibrilación de la pulpa, que-- produce el refinamiento y a la longitud de las fibras, la-- cual al contrario disminuye a medida que se refina. En un-- momento dado la influencia de esta última sobre el rasgado --

influencia de la Fibrilación lo que explica la disminu--
ción del rasgado, la predeominancia de la influencia del
refuerzo de las ligaduras debido a la Fibrilación expli--
ca la subida del dobléz y de la Explosión que empieza --
solamente a disminuir cuando el corte de las fibras se --
vuelve importante, después de un tiempo relativamente --
largo de refinación cuando la pulpa ya alcanzó un alto --
grado Shopper.

Respecto a esta explicación y dándose cuenta sobre la gráfica que el índice de resistencia alcanza valores elevados desde los primeros minutos de refinamiento, valores a los cuales se mantiene hasta altos grados de refinamiento podemos decir que la pulpa obtenida, por tener un muy buen comportamiento al refinamiento (acción predominante de la Fibrilación a lo largo de este).

Por los valores alcanzados de este índice puede ser una -- buena pulpa Comercial.

LARGO DE RUPTURA - ELONGACION

Ya a un grado Shopper de solamente 17.5 tenemos un largo - de ruptura con un valor muy respetable de 8000 m.

Esta característica va subiendo con el refinamiento a medida que se van aumentando las superficies de las ligaduras entre Fibras y Fibrillas.

Podemos notar igualmente un valor muy interesante de la elongación a 31.5° SR, aunque esta característica sea ligada a la suavidad de la Textura, es también muy influenciada por el corte y por eso baja regularmente mientras va subiendo -- el grado de refinamiento.

POROSIDAD

Con la porosidad notamos otra vez el brusco cambio de estado Físico de las Fibras cuando alcanza el grado Shopper correspondiente al punto de inflexión. La gráfica de la variación del tiempo de pasaje de 100 ml. de aire (inversamente ligado a la porosidad) presenta un cambio dependiente para este grado Shopper. El cambio de estado físico, corresponde a una -- Fibrilación más intensa y causa directa de esta Fibrilación-- resulta una aportación de "Finos" que tapan la textura Fibrosa.

TIEMPO DE DRENADO

La portación de finos explica igualmente la subida brusca -- del tiempo drenado, los finos liberados vienen a tapan la -- estructura a medida que las Fibras se asientan sobre la malla de la forma dura de hojas.

ENCOGIMIENTO

Al igual que la gráfica " °SR/tiempo" la gráfica encogimiento/°SR presenta un punto de inflexión para el mismo valor - del grado Shopper.

El encogimiento es debido a la contracción de las Fibras al secado. El aumento de la flexibilidad de esas, la Fibrilación y el corte que se producen en el refinamiento hacen la estructura del papel más cerrada con ligaduras más salidas - lo que tienen por efecto aumentar el encogimiento al secado.

Con una pulpa de tales características la selección del tipo de papel que se puede hacer queda muy abierta. Papel para envoltura, liner si utilizamos la pulpa cruda. Papel para impresión, escritura después de un blanqueo convencional -- (no se hizo la prueba de blanqueo pero esto no debe presentar ninguna dificultad con el No. de Permanganato que obtuvimos aun con características de digestión relativamente -- bajas). Desde luego hay también todas las posibilidades de utilizar esta pulpa en mezcla con otras de características inferiores (bagazo de caña por ejemplo) y de esta manera la gama de papeles posibles se hace más extensa.

C A P I T U L O IX

C O N C L U S I O N E S

Si se considera que se deberán encontrar cada año varios-centenares de millones de metros cúbicos de madera comple-
mentarios para abastecer el aumento de las necesidades --
mundiales en maderas para papelera, la tendencia a utili-
zar una proporción creciente de nuevas especies de madera
parece irreversible.

El aprovechamiento de una nueva especie implica, un estu-
dio previo a nivel de laboratorio pero es obvio que éstos
estudios no podrán ser los convencionales cuando se trate
de un bosque heterogéneo y menos aún cuando se llegue a --
la explotación de bosques infinitamente diversificados --
como lo son las selvas tropicales.

Cabe hacer la aclaración que en el presente trabajo no se
ve muy claramente la utilidad del método, pues las espe-
cies utilizadas tienen características muy semejantes, --
pero ante todo lo que pretendía era presentar la secuen-
cia a seguir en el estudio de un bosque heterogéneo.

En éste trabajo no hemos llegado hasta el límite de un --
bosque muy diversificado en especies pero el método pre-
sentado de la predeterminación a la aptitud a la Digestión
es uno de los métodos que se deberán emplear para llevar-
a cabo un estudio sobre bosques heterogéneos .

Sin embargo lo benéfico de éste método se deja entrever--
citando un ejemplo:

Suponiendo que vamos a estudiar un bosque que contiene --
200 especies.

No se puede pensar en digerir separadamente cada especie,
pues ésto llevaría mucho tiempo, de acuerdo al método, lo-
que se debe hacer es constituir grupos, clasificados de -
acuerdo a su aptitud a la digestión (" Suma % Lignina +-
Extracto Alcohol - Benceno ") y a partir de las digestio-
nes de esos grupos buscar la digestión standard.

Con ésta digestión standard se podrá cocer cualquier mez-
cla del bosque estudiado, pero se debe tomar en cuenta --
que se corre el riesgo de obtener pulpas de calidad muy -
variable.

Sin embargo es posible definir aproximadamente la calidad
promedio y las calidades extremas de las pulpas obtenidas
así como sus zonas de variación, a partir de una clasifi-
cación hecha de acuerdo a las características físicas de-
la fibra mediante un estudio morfológico de ellas.

Estos datos nos permitiran normalizar la heterogeneidad -
del bosque , es decir, definir una mezcla adecuada al ti-
po de pulpa o de papel elegido, la cual no corresponderá-
probablemente a la heterogeneidad natural del bosque, pe-
ro que se podrá técnicamente obtener con una explotación-
forestal y un almacenamiento en Fábrica racionales.

CAPITULO X
BIBLIOGRAFIA

- | | | | |
|------|--------------|-------|---|
| 1.- | Brauns F.E. | 1960. | the chemistry of Lignin
1a. ed. Ed. Academic Press.
U.S.A. |
| 2.- | Casey J.P. | 1952 | Pulp and Paper chemistry -
and chemical technology.
1a. ed. ED. Interscience.
Publishers, U.S.A. |
| 3.- | Grant, J. | 1955 | Cellulose Pulp and allied
Products, 3a. ed. Ed. Mc-
Graw Hill Books. England. |
| 4.- | Ibbetsen's | 1973 | Instalaciones Eléctricas.
1a. ed. Ed. CECSA. México. |
| 5.- | Libby, C.E. | 1967 | Ciencia y Tecnología so-
bre pulpa y papel. 1a.ed.
Ed. CECSA. México. |
| 6.- | Martínez, M. | 1961 | Los pinos Mexicanos. 1a.
ed. Ed. Botas. México. |
| 7.- | Petroff. G. | 1974 | Conferencia "La industria
papelera tropical y sus -
problemas". |
| 8.- | Petroff. G. | 1963 | L'état de Papeterie D'UNE
Foret tropicale Heterogene.
Publication No. 22. Centre
Technique Forestier Tropic-
al. Paris. |
| 9.- | Thompo, J.C. | 1953 | Hemicelluloses as beater-
additives. 1a. ed. Ed. tech
nical Association of. Pulp
and paper Industry. U.S.A. |
| 10.- | Wise, L.E. | 1959 | The Chemical Nature and -
importance of Extraneous-
Components of. wood. 1a. -
ed. Ed. Forest Products.
England. |