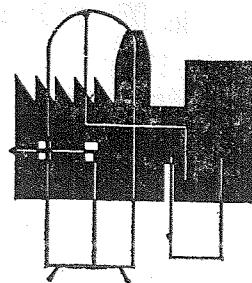




UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



“Determinación del Peso Molecular
de la Celulosa Nativa de la
Fibra de Henequén”

T E S I S

que presenta

Pedro Iván González Chí

para obtener el Título de

Ingeniero Químico Industrial

BIBLIOTECA CICY

3595

Mérida, Yucatán, México.

1 9 8 8

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION.	5
CAPITULO I	
EL PESO MOLECULAR DE UN POLIMERO Y SU MEDICION.	8
1.1. Peso molecular y distribución de pesos moleculares.	8
1.1.1. Importancia del peso molecular de un polímero.	8
1.1.1.1. Peso molecular número promedio.	9
1.1.1.2. Peso molecular peso promedio.	11
1.1.1.3. Peso molecular viscosidad promedio.	11
1.1.2. Distribución de pesos moleculares en un polímero.	12
1.1.3. Representación gráfica de una distribución.	12
1.1.3.1. Curva de distribución peso molecular integral.	12
1.1.3.2. Curva de distribución peso molecular diferencial.	13
1.1.3.3. Curva número distribución.	13
1.1.4. Determinación experimental del peso molecular.	14
1.1.4.1. Método químico del grupo terminal.	15
1.1.4.2. Métodos basados en la termodinámica de soluciones.	16
1.1.4.3. Métodos ópticos.	17
1.1.4.4. Métodos basados en fenómenos de transporte.	18
1.1.5. Grado de polidispersidad de un polímero.	19

	Pag.
1.2. Métodos viscosimétricos.	20
1.2.1. Viscosimetría de soluciones diluidas.	20
1.2.1.1. Comportamiento de los fluidos.	21
1.2.1.2. La viscosidad de una solución polimérica.	23
1.2.2. Nomenclatura para la viscosidad de soluciones.	24
1.2.2.1. Dependencia de la concentración.	25
1.2.2.2. Dependencia del peso molecular.	26
1.2.2.3. Dependencia de la velocidad de corte.	28
1.2.3. Viscosímetros.	28
1.2.3.1. Tiempo de flujo en un viscosímetro de capilar.	30
1.2.3.2. La viscosidad relativa en un viscosímetro de capilar.	31

CAPITULO II

COMPOSICION QUIMICA DE LA FIBRA DE HENEQUEN.	35
2.1. Estructura química de las fibras duras.	35
2.1.1. Celulosa.	35
2.1.2. Hemicelulosas.	37
2.1.3. Lignina.	38
2.1.4. Extraíbles.	39
2.2. Estructura mecánica de las fibras duras.	39
2.2.1. Estructura gruesa.	40
2.2.2. Estructura fina.	40
2.2.2.1. Pared primaria.	40

	Pag.
2.2.2.2. Pared secundaria.	41
2.2.3. Lignificación.	43
2.3. Métodos para el análisis de la composición química de la fibra de henequén.	43
2.3.1. Deslignificación con dióxido de cloro.	44
2.3.2. Técnica gas cloro-etanolamina.	44
2.3.3. Cloro deslignificación ácida.	45

CAPITULO III

GRADO DE POLIMERIZACION DE LA CELULOSA NATIVA DE LA FIBRA DE HENEQUEN.	48
3.1. Aspectos generales.	48
3.2. Método de nitración.	49
3.2.1. Mezcla nitrante.	50
3.2.2. Nitración.	51
3.2.3. Extracción en acetona.	52
3.2.4. Viscosidad.	53
3.2.5. Contenido de nitrógeno.	54
3.3. Parámetros de nitración.	55
3.3.1. Grado de sustitución.	55
3.3.2. Peso molecular de monómero.	55
3.3.3. Porcentaje de celulosa recuperada.	56
3.3.4. Dependencia entre la viscosidad intrínseca y el contenido de nitrógeno.	56

	Pag.
CAPITULO IV	
MATERIALES Y METODOS.	58
4.1. Determinación de la composición química de la fibra de henequén.	58
4.2. Determinación del grado de polimerización de la celulosa nativa de la fibra de henequén.	59
4.2.1. Preparación de la mezcla nitrante.	60
4.2.2. Nitración de la fibra de henequén.	60
4.2.3. Extracción de la nitrocelulosa de henequén.	61
4.2.4. Medición del contenido de nitrógeno.	62
4.2.5. Medición del grado de polimerización por viscosimetría.	63
CAPITULO V	
RESULTADOS Y DISCUSION.	65
5.1. Análisis químico de la fibra corta de henequén.	65
5.2. Condiciones de nitración para la fibra de henequén.	66
5.2.1. Tiempo de nitración.	66
5.2.2. Temperatura de nitración.	67
5.2.3. Grado de polimerización de las nitrocelulosas aisladas.	70
5.3. Celulosa química de la fibra de henequén extraída con un mayor peso molecular.	73
CONCLUSIONES.	77
BIBLIOGRAFIA.	79

INTRODUCCION

Sac-Ki es el nombre maya que se le da al henequén, planta monocotiledónea cuya designación botánica es Agave fourcroydes. Este agave es originario de la península de Yucatán y siempre ha estado ligado al desarrollo social y económico de la región. Actualmente el cultivo de la planta, así como la industria que deriva de la fibra extraída de sus hojas, atravieza por condiciones adversas a su desarrollo.

La fibra de henequén ha sido empleada tradicionalmente en cordelería; de su desfibrado e industrialización se deriva una amplia variedad de desperdicios de fibra corta que en su mayoría no son utilizados, debido a su longitud y calidad. Con la intención de lograr un aprovechamiento integral del henequén, así como para alcanzar un mayor rendimiento económico en su cultivo y procesamiento, se planteó la posibilidad de obtener pulpa de celulosa de estos desperdicios y utilizarla como materia prima para la síntesis de derivados plásticos celulósicos, principalmente ésteres y éteres de celulosa, que son comercialmente muy importantes por sus características de solubilidad, termoplasticidad, gran suavidad y flexibilidad, así como por su capacidad para formar fibras y películas transparentes, cualidades que la celulosa misma no posee, por lo que tienen un alto valor agregado. De acuerdo a un estudio de mercado realizado (¹²), la demanda de estos derivados es superior a la producción nacional, por lo que son parcialmente importados.

La síntesis de cualquier derivado celulósico requiere de una celulosa

de gran calidad y pureza como materia prima, producto que es totalmente importado en nuestro país. Por esta razón el Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., diseñó un método de extracción de celulosa con estas cualidades a partir de la fibra de henequén. Aunque esta celulosa ha sido empleada en el mismo centro para preparar derivados celulósicos, como carboximetilcelulosa y acetato de celulosa con gran éxito, su peso molecular se encuentra por debajo del requerido para la síntesis de algunos de estos polímeros, cuyas características requieren pesos moleculares elevados.

Las condiciones usadas en la extracción de la celulosa de la fibra de henequén, pueden ejercer cierto efecto degradante sobre la celulosa, conduciendo a una disminución de su peso molecular. Se planteó entonces la necesidad de extraer la celulosa de tal forma que su peso molecular sea mas elevado; esta cualidad sería posible de alcanzar, si la cadena celulósica tal y como se encuentra en la estructura de la pared celular de la fibra, antes de extraerla, posee un peso molecular muy grande.

El trabajo se inició entonces, con la búsqueda bibliográfica del método más adecuado, que permitiera determinar el peso molecular de la celulosa de henequén en su estado nativo, encontrándose que el tratamiento de la fibra con una mezcla nitrante compuesta por 6.4% de ácido nítrico, 26% de ácido fosfórico y 10% de pentóxido de fósforo, permite el aislamiento de la celulosa de su estructura en forma de nitrato, sin causarle degradación bajo condiciones adecuadas de tiempo y temperatura.

La correcta evaluación de esta nitración, requiere el conocimiento previo de la cantidad de celulosa presente en el material analizado, que en el caso de la fibra de henequén es un valor que se desconocía, por lo que se tuvo la necesidad de medirlo experimentalmente.

Como resultado de todo lo anteriormente planteado, se resumen a continuación los objetivos del presente trabajo de tesis:

- 1.- Determinar la cantidad de celulosa presente en la fibra de henequén del estado de Yucatán.
- 2.- Determinar el peso molecular de la celulosa de la fibra de henequén en su estado nativo.

Finalmente, se modificó el método de extracción de la celulosa de la fibra de henequén, de tal forma que las condiciones usadas en el proceso, ejerzan un menor efecto degradante sobre la celulosa, lo que condujo a la obtención de una pulpa celulósica con un peso molecular más alto.