

119
Zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LA INDUSTRIA NACIONAL DE LA
CELULOSA A PARTIR DE
PLANTAS ANUALES

ANALISIS, PROBLEMATICA ACTUAL Y
PERSPECTIVAS DE SOLUCION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N
ROBERTO ENRIQUE ULLOA FLORES
JUAN GENARO CASADOS PONCE



Director:
ING. ALBERTO LIEBIG FRAUSTO

MEXICO, D. F.

1989

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

I.	GENERALIDADES.	1
1.1	Importancia de las Industrias del Papel y la Celulosa.	2
1.2	Antecedentes Históricos.	5
1.3	Ubicación de la Celulosa de Plantas Anuales en las Industrias de la Celulosa y del Papel.	8
1.3.1	Definición de Celulosa.	8
1.3.2	Tipos de materias primas fibrosas utilizadas en la elaboración del papel.	9
1.3.2.1	Pasta mecánica.	
1.3.2.2	Pulpa química.	
1.3.2.3	Celulosa de fibras secundarias o recuperadas.	
1.3.3	Proceso general para la elaboración de pulpas celulósicas.	12
II.	PRODUCTO.	14
2.1	La Celulosa de Plantas Anuales.	15
2.2	Características del Producto.	17
2.2.1	Tipo de producto.	17
2.2.2	Propiedades de la celulosa de bagazo.	17
2.2.3	Aplicaciones en la industria papelera.	18
2.2.4	Propiedades de los papeles inherentes a la participación del bagazo.	19

2.3	Insumos (fibras) de la Celulosa de Plantas Anuales.	21
2.3.1	El bagazo de la caña de azúcar.	21
2.3.2	Constitución del bagazo de caña y propiedades de la fibra.	22
2.3.3	Otras plantas anuales.	24
2.3.3.1	Borras de algodón.	
2.3.3.2	Pajas de cereales.	
III.	PROCESOS DE PRODUCCION.	26
3.1	Proceso General (celulosa de plantas anuales).	27
3.2	Almacenamiento del Bagazo de Caña.	29
3.3	Preparación de la Fibra.	31
3.3.1	Desmedulado del bagazo.	31
3.3.3.1	Equipos desmeduladores.	
3.3.2	Preparación de la fibra de otras plantas anuales.	33
3.4	Pulpeo.	34
3.4.1	Procesos continuos.	35
3.4.1.1	Proceso Celdecor-Pómilio.	
3.4.1.2	Proceso mecanoquímico (Peoria).	
3.4.1.3	Proceso Pandfa.	
3.4.1.4	Proceso Simon-Cusi o sosa con impregnación.	
3.4.1.5	Proceso al sulfato (Kraft).	
3.4.1.6	Proceso PEADCO.	
3.4.2	Proceso intermitente.	39
3.5	Blanqueo.	40

IV.	OFERTA-DEMANDA.	42
4.1	Marco General.	43
4.1.1	Producción nacional de papel.	43
4.1.2	Consumo nacional de materiales fibrosos.	43
4.1.3	Producción y recolección nacional de materiales fibrosos.	43
4.1.4	Importaciones de materiales fibrosos (déficit)	44
4.1.4.1	Importación de celulosas vírgenes.	
4.1.4.2	Importación de fibras secundarias.	
4.2	Análisis del Consumo de Materiales Fibrosos.	46
4.2.1	Tendencias.	46
4.2.2	Sustitución y variaciones en el consumo de materiales fibrosos.	47
4.3	Demanda de Materiales Fibrosos Cortos Blanqueados.	49
4.3.1	Producción nacional de papeles blancos.	49
4.3.1.1	Consumo aparente de papeles blancos.	
4.3.2	Consumo de materiales blancos de fibra corta.	51
4.4	Oferta de Materiales de Fibra Corta Blanqueados.	53
4.4.1	Oferta nacional (producción y recolección).	53
4.4.2	Oferta exterior (importación).	53
4.4.3	Demanda potencial para la celulosa de bagazo blanqueada.	55
4.4.4	Capacidad instalada y utilizada para la fabricación de celulosa de plantas anuales blanqueadas.	56
4.4.4.1	Tecnología utilizada.	

V.	ENTORNO.	61
5.1	Consideraciones Generales.	62
5.2	Disponibilidad de Materia Prima (Bagazo).	63
5.3	Estudio de Prefactibilidad (económico) para una Inversión en Celulosa de Bagazo.	66
5.3.1	Precio de venta para la celulosa de bagazo blanqueada. (CBB).	67
5.3.2	Costos de manufactura.	68
5.3.2.1	Costos totales de manufactura.	
5.3.3	Rentabilidad de la inversión.	73
5.3.3.1	Calculo del punto de equilibrio.	
5.3.3.2	Margen de ganancia en el mercado nacional.	
5.4	Factores Limitantes.	75
5.4.1	Rentabilidad mermada.	75
5.4.1.1	Poco margen de ganancia en comparación con otras inversiones.	
5.4.1.2	Caída de los precios internacionales de la celulosa.	
5.4.1.3	Rápido incremento en el precio del combustóleo pesado.	
5.4.1.4	Régimen de control de precios.	
5.4.2	Situación política económica y legislación sobre comercio internacional.	78
5.4.2.1	Adhesión de México al GATT	
5.4.2.2	Situación económica nacional.	
5.4.3	Otros factores.	81
5.4.3.1	Problemática de la celulosa de madera.	
5.4.3.2	La médula del bagazo.	
5.4.3.3	Consumo y contaminación del agua.	
5.4.3.4	Desarrollo urbano.	
5.4.3.5	Dificultades para la comercialización.	

VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	85
6.1	Conclusiones.	86
6.2	Recomendaciones.	88
6.2.1	Alternativas de solución.	88
6.2.2	Concertación entre los sectores implicados en esta industria.	90
	BIBLIOGRAFIA.	93

INTRODUCCION.

El siguiente estudio, pretende detectar la problemática inhibitoria del crecimiento de la industria nacional de celulosa a partir de plantas anuales; sin penetrar en la problemática de la industria nacional de celulosa a partir de madera, aunque ésta es fundamental. La celulosa a partir de plantas anuales, es un apoyo característico de la industria papelera mexicana, que ha cubierto una parte importante del déficit de celulosa de madera a nivel nacional.

Este trabajo contempla una revisión de la información oficial, complementada con estudios colaterales y comentarios de organismos y personas competentes en el tema; con lo cuál se intentó conformar un punto de vista objetivo sobre la situación prevaleciente.

A continuación daremos una breve explicación de la celulosa como producto; así como la importancia y desarrollo de su industria en la economía nacional, que nos mostrará a grandes rasgos la situación actual de la industria nacional de celulosa.

La celulosa es un bien intermedio, indispensable en la elaboración de papel, por ser su materia prima fundamental; además esta industria es la principal consumidora de este producto, ya que casi toda la producción de celulosa es utilizada para elaborar papel; y la pequeña porción restante es utilizada en la elaboración de los

productos denominados "Derivados de Celulosa", como el - celofán, el carboximetil-celulosa (CMC), explosivos, esmaltes, etc..

El papel es un producto básico, fundamental en la vida moderna diaria, que satisface diversas necesidades, mediante una enorme variedad de aplicaciones en distintas actividades como la educación, la industria, el comercio, etc.; y en cierta forma el nivel de desarrollo de una nación puede detectarse observando la magnitud, importancia y utilidad de su industria papelerera.

En México, a pesar de la crisis, las industrias de la celulosa y del papel generaron el 8.3% de la riqueza total creada por el sector manufacturero, lo que le permitió ocupar el 5to. lugar en estas actividades, contribuyendo con el 2.1% del producto interno bruto de 1957. La industria papelerera ha mostrado un enorme dinamismo en su desarrollo durante los últimos años; no así la industria de la celulosa, la cual muestra un estancamiento en su desarrollo, ya que el país ha optado por la importación de gran cantidad de materias primas fibrosas para la elaboración de papel, hecho que origina cada vez una mayor dependencia de este producto con el exterior.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. IMPORTANCIA DE LAS INDUSTRIAS DEL PAPEL Y LA CELULOSA.

La industria del papel es fundamental para el desarrollo de cualquier país; esta considerada como una rama prioritaria y estratégica, por su participación e integración con otros sectores productivos; ya que el papel tiene una gran diversidad de usos, y llega a ser un producto de consumo cotidiano en el hogar, trabajo, escuela, banco, centros comerciales y de entretenimiento, etc., en sus diferentes grupos: escritura e impresión, sanitario y facial, empaque y especiales.

Por esto la industria papelera es una rama industrial básica para México, intensiva en capital, y muy sensible a innovaciones tecnológicas; ya que continuamente surgen nuevas aplicaciones para el papel (fotocopias, papeles para computadora, pañales desechables, etc.).

De manera especial, la industria papelera es vulnerable al estado económico del país, pues la disminución del poder adquisitivo de la población estimuló a los industriales a buscar otras alternativas (plástico, unicel, etc.), más atractivas para el consumidor; además, una disminución en la actividad económica del país origina un menor consumo percapita de papel. En México, ha estado disminuyendo el consumo percapita de papel debido a la crisis, en 1980 fue de 37 kg y en 1986 de 30 kg.

La principal materia prima que se utiliza para producir papel es la celulosa y casi la totalidad de la producción de celulosa es para hacer papel; una muy pequeña cantidad de celulosa se utiliza como explosivos, rayón, esmaltes, celofán, plásticos, etc..

Se puede decir que la industria del papel depende directamente de la industria de la celulosa y viceversa, o sea están estrechamente relacionadas entre sí.

En México, la industria del papel está creciendo constantemente a pesar de la crisis; en los últimos 10 años (1978-1987) la tasa de crecimiento medio anual lineal (TCMAL) fue de 6.26%, con una producción de 2,574,624 toneladas en 1987. Por otro lado, la industria de la celulosa (fibras vírgenes y secundarias) está teniendo un crecimiento inferior a la del papel, en los últimos 10 años (1978-1987) la tasa de crecimiento medio anual lineal (TCMAL) fue de 2.8%, en 1987 se produjeron y recolectaron 1,587,321 toneladas; con esta cantidad se alcanzó a cubrir sólo el 56% del consumo de las industrias papeleras del país, importándose el resto.

Este déficit, que cada vez es más grande, plantea un severo problema al país, siendo necesario elaborar proyectos para aumentar la producción de celulosa.

La celulosa de plantas anuales es una alternativa para sustituir importaciones de celulosa de madera de fibra corta y fibras secundarias blancas, ya que la industria del papel les da un uso parecido. Durante 1987 la producción de celulosa de plantas anuales fue de 227,342 toneladas, que representaron el 29.1% de la producción de fibras vírgenes y el 8% del consumo total de materiales fibrosos en México.

Casi la totalidad de la celulosa de plantas anuales es de celulosa de bagazo de caña, ya que aproximadamente un 99% de la celulosa de plantas anuales utiliza como materia prima el bagazo de la caña de azúcar, disponible en los ingenios azucareros como residuo de la molienda. En la actualidad (1987), sólo el 10% (aproximadamente) del bagazo obtenido tras la molienda de la caña en los ingenios azucareros, es consumido por la industria de la celulosa; la mayor parte del bagazo es utilizado como combustible en las calderas de los ingenios azucareros.

Como hay gran cantidad de bagazo, que puede ser aprovechado por la industria de la celulosa, es indispensable hacer proyectos para invertir en este tipo de celulosa, y así disminuir las importaciones de celulosa, que lesionan la autonomía del país en la industria del papel.

1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS

Antes de que el papel se inventara, el hombre esculpía sus anotaciones en piedras, lápidas de arcilla o las escribía en papiro o pergamino.

Para sus manuscritos los egipcios, los griegos y los romanos usaron el papiro, se preparaba descortezando y - comprimiendo las fibras gruesas de la planta del papiro - (especie de junco que crece a orillas del Nilo), material muy costoso y pesado; después se usó el pergamino, cuero tratado de algunos animales (especialmente de la oveja), en el cual se manuscibieron los documentos, en la edad - media. Este material es costoso, pesado e impropio para - imprenta, aunque muy durable.

Es a los chinos a quienes se les acredita la invención de el papel hacia el año 105 de nuestra era. Al parecer comenzaron haciendolo a partir de la corteza interior de la morera del papel (moral), y después fue elaborado a mayor escala a partir del bambú, utilizando la misma técnica con que se elaboran actualmente los papeles hechos a mano. Los chinos establecieron una fábrica de papel en Samarkanda, ciudad que fué conquistada por los árabes en el año 704. En Samarkanda los árabes aprendieron el arte de hacer papel e instalaron una fábrica en Bagdad en - el año 795 (emplearon el algodón).

Al ser conquistada España por los moros, se instaló una fábrica en Toledo en 1085 y luego otra en Valencia, - en este país se reemplazó el algodón por lino, que se usó en Castilla en el siglo XIII y de ahí paso a Francia y a toda Europa, pero se siguió usando el pergamino, y sólo - en la segunda mitad del siglo XV(D. de C.), gracias a la invención de la imprenta que exigía un material de bajo

precio que recibiera bien la impresión de tipo movable, se pudo extender y popularizar el uso de papel.

Históricamente, la mayor parte del papel se hacía de fibras no madereras como el trapo, la paja, bambú y otras cañas silvestres. Debido al desarrollo de los procesos del pulpeo, la paja fue reemplazada gradualmente por las fibras de maderas suaves, y posteriormente comenzaron a emplearse maderas duras (de fibras cortas).

La madera se ha convertido en la fuente más importante de material fibroso para la industria papelera, principalmente en los países con abundantes recursos forestales como Canadá, Suecia, Estados Unidos, Finlandia, Noruega, Inglaterra, Alemania Occidental, etc..

Debido a que la mayoría de los países carecen de recursos forestales tan abundantes, y existe una gran preocupación por mantener el equilibrio ecológico, se ha limitado la explotación de los bosques; pues la regeneración tras la deforestación tarda 10 años por lo menos.

Con estas limitantes para la explotación de los recursos tradicionales para la manufactura de celulosa y papel, varios países han pensado en recurrir a las fibras no madereras; sobre todo a los residuos agrícolas disponibles en grandes volúmenes como el bagazo y la paja, que son recursos naturales renovables de rápido crecimiento. Se tienen registros sobre más de 500 materiales fibrosos, que han sido estudiados por la industria celulofera, como fuentes de materia prima fibrosa.

La utilización del bagazo como materia prima para el papel, tiene su origen en el año de 1844 en Francia - cuando se envió bagazo procedente de la Martinica, con el fin de encontrarle aplicaciones industriales. En 1858 se inició en Inglaterra la producción de un tipo de papel corriente con un elevado contenido de bagazo; este producto no prosperó industrialmente porque se prefirió el esparto Africano, que producía un papel similar a un costo menor pues no tenía que ser llevado desde América.

Fue hasta el año de 1920 cuando la "Celotex Corporation" reinicia investigaciones sobre el bagazo, en la zona azucarera de Lousiana E.U., analizando una gran cantidad de fibras y residuos agrícolas antes de decidirse a emplear el bagazo.

En 1923 se patentaron los procesos básicos de la industrialización del bagazo, y se inició la producción en gran escala de materiales a partir del bagazo.

Actualmente existen varias fábricas de pulpa de bagazo en el mundo. En México existen 4 fábricas, integradas a empresas papeleras.

1.3 UBICACION DE LA CELULOSA DE PLANTAS ANUALES EN LAS INDUSTRIAS DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL.

1.3.1 Definición de celulosa.

La pulpa celulósica mejor conocida como celulosa, - pulpa, pasta, etc.; es la materia prima fundamental para la elaboración del papel y de los productos denominados "Derivados" (de celulosa), como el celofán, el carboximetil-celulosa (CMC) utilizado en la industria textil, la nitroglicerina, los explosivos, etc..

La celulosa consiste en una masa o pasta de fibras provenientes de tejidos vegetales (maderas principalmente), las cuales fueron liberadas mediante algún tratamiento químico, térmico, mecánico, o combinación de estos; de las ligaduras adhesivas que forman los "Incrustantes" como la lignina, las hemicelulosas (celulosas beta y gama), los pentosanos y demás resinas. Los incrustantes son las sustancias que forman la madera (principalmente) para rellenar los espacios interfibrilares, endureciendo y ligando a las fibras entre sí.

Una vez liberadas las fibras de las ligaduras que forman los incrustantes, estas quedan listas para formar la hoja de papel; lo que se efectúa en solución acuosa, entretejiendo las fibras mediante un tamiz.

1.3.2. Tipos de materias primas fibrosas utilizadas en la elaboración del papel.

Existen diversas clases de celulosas, con distintos orígenes y diferentes aplicaciones. Como se observa en la tabla (I-1), las pulpas celulósicas se dividen en celulosas vírgenes, y fibras secundarias o recuperadas.

Tabla (I-1). Clasificación de Pulpas Celulósicas.

A.-Celulosas vírgenes :

1).-Pasta mecánica; Termomecánica y químico-termomecánica.

2).-Celulosa química :

Alcalina: A la sosa y/o al sulfato.

Acida : Al sulfito.

B.-Celulosa de fibras secundarias o recuperadas.

1.3.2.1. Pasta mecánica.

La pasta mecánica se elabora a partir de la madera de fibra larga (coníferas), mediante el desfibrado mecánico del material. Los troncos de madera descortezados, se prensan contra unas muelas rotatorias desfibradoras con adición de agua, para formar la pasta. La pasta mecánica, es un material fibroso de tipo corto, quebradizo y duro; el cual amarillea ante la luz y el calor, esto se debe a que las ligninas y hemicelulosas no fueron eliminadas.

La pasta mecánica es la más económica entre las pulpas celulósicas vírgenes, y resulta adecuada para papeles de poca resistencia y corta utilización (periódico y libro de texto). Según el proceso de producción puede ser pasta termomecánica o químico-termomecánica.

1.3.2.2. Pulpa química.

La pulpa química (ácida y alcalina), es una masa de - fibras madereras o herbáceas, tratadas químicamente para - eliminar a los incrustantes de las fibras mediante el uso de lejías, sometidas a calor y presión. Existen varios tipos de pulpas químicas de acuerdo al reactivo utilizado en la cocción del material.

— Pulpa química alcalina; a la sosa o al sulfato. La cocción se realiza mediante una lejía de sosa caústica sola o con adición de sulfuro sódico. Se elabora a partir de maderas suaves de fibra larga (coníferas), y de plantas - anuales. En México se elaboran las siguientes pulpas alcalinas:

A partir de madera:

Pulpa al sulfato de madera de fibra larga blanqueada.

Pulpa al sulfato de madera fibra larga sin blanquear.

Pulpa al sulfato de madera de fibra corta blanqueada.

A partir de plantas anuales:

Pulpa a la sosa de bagazo de caña blanqueada.

Pulpa a la sosa de bagazo de caña sin blanquear (descont.)

Pulpa a la sosa de pajas de cereales sin blanquear.
(cebada y trigo)

Pulpa a la sosa de borra de algodón blanqueada (descont.).

Las celulosas de madera de fibra corta y de plantas anuales, se utilizan como complemento de la celulosa de - madera de fibra larga, en la elaboración de diversos tipos de papel.

- Pulpa química ácida; al sulfito. El material es sometido a cocción en una sal ácida (sulfito o bisulfito de calcio y magnesio). En México se elaboraba blanqueada y sin blanquear; ya que la producción quedó descontinuada, aunque se continúa importando. Se elabora a partir de coque níferas fundamentalmente.

1.3.2.3. Celulosa de fibras secundarias o recuperadas.

La pulpa de fibras de desperdicio o secundarias, utiliza fibras ya tratadas (trabajadas) anteriormente, las cuales son recolectadas vía desperdicios, o papel de desecho. Debido a razones puramente económicas las fibras secundarias tienen mayor importancia cada día; aunque su uso provoca en la fabricación de papel una merma mayor a la presentada con celulosas vírgenes; como consecuencia directa de una disminución del rendimiento de la materia prima en la elaboración del papel.

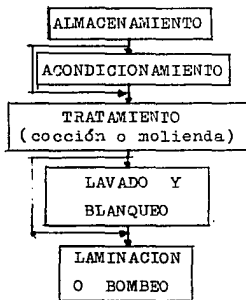
Durante la elaboración de la pulpa de fibras secundarias, el papel viejo (recuperado), se acondiciona generalmente mediante un proceso húmedo. Las operaciones más importantes son las siguientes:

Desfibrado y limpieza del papel recolectado en un triturador, eliminación paulatina de las impurezas mediante areneos, despastillado de aglomerados de papel y rescate de fibras.

1.3.3. Proceso general para la elaboración de pulpas celulósicas.

Existen diversos tipos de procesos, dependiendo de la calidad y tipo de pulpa a producir, ya sea pasta mecánica, pulpa química o fibra secundaria; blanqueada o sin blanquear; materia prima empleada; equipo e instalaciones disponibles; reactivos químicos utilizados; etc..

A grosso modo, se puede señalar que la mayoría de los procesos, respetan el siguiente diagrama de bloques de operaciones básicas:



A continuación, describiremos brevemente los principales pasos de la secuencia mostrada en el diagrama de bloques, para un proceso general de elaboración de pulpas celulósicas.

1.- Almacenamiento del material fibroso. Depende del tipo de material fibroso, que tan susceptible a contaminación o a incendio sea, puede ser almacenado en pacas, pilas, - sacos, etc..

2.- Acondicionamiento del material. Puede ser descortezado, desmenuzado, desmedulado, rebanado, etc.. Depende del material y del lugar de procedencia; ingenio, trigal, canpo maderero, etc..

3.- Tratamiento. El material es sometido a cocción, digestión, molienda, etc.. El objetivo, es separar o liberar a las fibras.

4.- Lavado y Blanqueo. Cuando se requiere pulpa blanca - para elaborar papel blanco. Si se va a producir pulpa café o sin blanquear, la pulpa es pasada directamente a la laminadora o a la fábrica de papel. Generalmente el blanqueo se hace en tres etapas.

5.- El producto terminado es enviado a laminación cuando va a ser almacenado, o bombeado a la planta de papel para su uso.

CAPITULO II

PRODUCTO

2.1 LA CELULOSA DE PLANTAS ANUALES.

La celulosa de madera constituye la materia prima-básica para la industria del papel, tanto dentro como fuera de México. Sin embargo la industria nacional del papel, se caracteriza por su alto índice de utilización de fibras agrícolas procedentes de plantas anuales; sobre todo en relación con las potencias papeleras como Estados Unidos, Suecia, Finlandia, Noruega, etc..

En México las fibras agrícolas que han encontrado un mayor uso dentro de la industria de la celulosa y papel, complementando a la madera; son en orden de importancia:

- 1) Bagazo de caña de azúcar.
- 2) Pajas de cereales, (principalmente trigo).
- 3) Borra de algodón.

Actualmente, hablar de celulosa de plantas anuales en México equivale totalmente a hablar de celulosa de bagazo de caña blanqueada; pues este producto encabeza absolutamente la producción del sector en el 99% del total; mientras que el 1% remanente es cubierto por una ínfima producción de celulosa de paja de trigo sin blanquear próxima a desaparecer, pues resulta más económico el empleo de fibras secundarias; por lo que este estudio se ocupa básicamente de la celulosa de bagazo blanca. La producción de celulosa de bagazo sin blanquear, y de celulosa blanca borra de algodón, han quedado descontinuadas.

En la producción nacional de celulosas y pastas vírgenes (1987), la celulosa de bagazo ocupa el primer lugar en volumen producido con 224,980 toneladas (23.3% del total), seguido por la celulosa de madera sin blanquear al sulfato con 218,918 toneladas (28%) y de la celulosa de madera al sulfato blanca (24.6%); consolidándose como a - poyo primordial de la industria papelera mexicana en grado sumo, como lo muestra la tabla (II-1).

Al igual que la industria de la celulosa virgen en general, la producción de celulosa de bagazo blanqueada - (CBB); presenta un estancamiento en su desarrollo; lo - cual se manifiesta con la paulatina disminución en la - participación relativa del consumo de materias primas fibrosas en la producción de papel.

La producción de celulosa de bagazo blanqueada (CBB) presenta una tasa de crecimiento medio anual lineal - (TCMAL) durante los últimos 10 años del 2.53%; mientras - que la producción nacional de papel crece con un ritmo - 2.5 veces mayor, con una TCMAL = 6.26%. Por otro lado, la participación de este producto (CBB) en la industria pa - pelera nacional; ha caído del 13.1% del consumo de mate - riales fibrosos (1978), al 7.9% en 1937 como lo muestra - la tabla (II-2).

Lo anterior nos muestra que la industria papelera - mexicana, ha optado por el consumo de materiales fibrosos distintos a la (CBB) para expandirse y desarrollarse.

TABLA (II-1) PRODUCCION DE CELULOSA POR TIPOS Y SU PARTICIPACION RELATIVA

(Toneladas Métricas)

TIPOS	AÑOS	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
CELULOSA QUIMICA DE MADERA											
Química de madera al sulfato blanqueada		217 884 30 8	222 710 31 0	224 139 30 6	221 884 29 9	209 424 28 0	188 750 24 9	219 995 27 5	224 220 27 3	201 081 26 0	191 657 24 6
Química de madera al sulfato blanqueada de fibra corta		3 899 0 6	4 680 0 7	5 688 0 8	13 715 1 8	22 233 3 0	22 296 2 9	26 709 3 3	29 347 3 6	31 210 4 0	27 601 3 5
Química de madera al sulfato sin blanquear		175 949 24 9	152 747 21 3	159 595 21 8	177 510 23 9	181 672 24 3	193 514 25 5	180 904 22 6	201 421 24 6	189 794 24 6	218 918 28 0
Química de madera al sulfato blanqueada		9 603 1 3	9 569 1 3	2 447 0 4	--	--	--	--	--	--	--
Química de madera al sulfato sin blanquear		6 844 1 0	11 160 1 6	10 422 1 4	8 119 1 1	9 014 1 2	9 894 1 3	10 063 1 3	7 366 0 9	--	--
Subtotal		414 178 58 6	400 866 55 9	402 291 55 0	421 228 56 7	422 343 56 5	414 454 54 6	437 671 54 7	462 354 56 4	422 085 54 6	438 176 56 1
CELULOSA QUIMICA DE PLANTAS ANUALES											
Química de bagazo de caña blanqueada		179 506 25 4	202 279 28 2	230 664 31 5	225 892 30 4	237 056 31 7	247 606 32 6	254 331 31 6	229 939 28 0	216 800 28 1	224 980 28 8
Química de bagazo de caña sin blanquear		38 513 5 5	41 882 5 8	41 700 5 7	37 046 5 0	27 752 3 7	33 630 4 4	35 222 4 4	16 021 2 0	6 821 0 9	--
Química de paja de trigo o cebada sin blanquear		5 159 0 7	4 775 0 7	2 570 0 4	1 848 0 3	1 398 0 2	1 896 0 3	2 172 0 2	2 431 0 3	2 342 0 3	2 412 0 3
Química de borra de algodón blanqueada ¹		4 852 0 7	3 343 0 5	3 046 0 4	2 755 0 4	2 502 0 3	1 048 0 1	--	--	--	--
Subtotal		220 030 32 3	252 279 33 2	277 980 38 0	267 541 36 1	268 708 35 9	284 180 37 4	291 725 36 4	248 391 30 3	225 963 29 3	227 392 29 1
PASTA MECANICA DE MADERA		59 830 8 5	59 452 8 3	46 117 6 3	50 028 6 7	53 410 7 1	56 130 7 4	65 481 8 2	102 944 12 5	117 472 15 2	107 502 13 8
OTRAS CELULOSAS²		4 369 0 6	4 871 0 6	5 381 0 7	3 686 0 5	3 658 0 5	4 716 0 6	5 765 0 7	6 727 0 8	7 019 0 9	7 465 1 0
TOTAL		706 408 100 0	717 468 100 0	731 769 100 0	742 483 100 0	748 119 100 0	759 480 100 0	800 642 100 0	820 416 100 0	772 539 100 0	780 535 100 0

NOTAS

1 Únicamente la destinada a la fabricación de papel

2 incluye fibra regenerada

FUENTE: Memoria Estadística 1988 (C.N.I.C.P.)

TABLA (II-2)

VOLUMEN Y PARTICIPACION RELATIVA DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS FIBROSAS EN LA PRODUCCION DE PAPEL

(Toneladas Métricas)

AÑOS	1978		1979		1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		
	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	VOL	%	
1. CELULOSA QUÍMICA DE MADERA																					
a) Al sulfito	445 066	26.3	486 214	25.7	497 756	24.2	553 375	25.8	575 452	26.2	568 887	25.0	636 642	25.6	754 928	27.9	738 607	27.2	727 006	25.6	
Blanqueada de fibra larga	176 604		230 823		274 519		304 909		316 263		281 474		310 932		343 173		318 581		297 481		
Blanqueada de fibra corta	—		9 282		14 304		30 765		36 240		58 572		80 460		129 462		147 529		143 913		
Semblanqueada de fibra larga	49 092		42 915		23 919		19 703		21 550		15 271		35 932		47 241		57 558		59 147		
Sin blanquear de fibra larga	219 370		203 294		183 414		197 939		199 959		212 570		199 918		229 022		214 939		226 566		
b) Al sulfio	36 750	2.2	52 123	2.8	37 005	1.8	25 338	1.2	19 652	0.9	15 702	0.7	16 182	0.7	11 935	0.4	3 779	0.1	7 179	0.3	
Blanqueada	29 707		36 495		26 388		18 018		10 457		5 340		6 011		4 541		3 779		6 494		
Sin blanquear	7 043		15 628		10 617		9 320		9 195		10 365		10 141		7 394		—		685		
2. CELULOSA QUÍMICA DE PLANTAS ANUALES																					
a) De bagazo	221 991	13.1	242 866	12.8	272 431	13.2	264 999	12.3	269 570	12.3	276 652	12.2	283 604	11.4	245 955	9.1	227 201	8.4	225 431	7.9	
Blanqueada	182 880		202 564		227 187		230 565		243 410		243 320		249 725		229 485		220 179		225 431		
Sin blanquear	39 111		40 302		45 244		34 436		26 160		33 332		34 879		16 469		7 022		—		
b) Otras	10 550	0.6	8 298	0.4	7 726	0.4	4 685	0.2	1 146	0.2	2 820	0.1	2 170	0.1	2 432	0.1	2 334	0.1	2 412	0.1	
3. PASTA MECÁNICA DE MADERA	92 219	5.4	77 552	4.1	75 322	3.7	78 551	3.7	82 071	3.7	70 076	3.1	80 431	3.2	145 860	5.4	153 229	5.6	139 666	4.9	
4. OTRAS CELULOSAS	21 472	1.3	16 175	0.9	17 147	0.8	21 923	1.0	10 688	0.5	8 846	0.4	16 593	0.7	12 471	0.5	15 688	0.6	15 614	0.6	
Subtotal celulosas	829 128	48.9	883 218	46.7	907 387	44.1	542 941	44.2	961 779	43.8	842 956	41.5	1 037 622	41.7	1 173 571	43.4	1 141 016	42.0	1 117 328	39.4	
5. FIBRAS SECUNDARIAS	863 916	51.1	1 006 877	53.3	1 150 097	55.9	1 200 331	55.8	1 232 682	56.2	1 330 226	58.5	1 453 222	58.3	1 533 424	56.6	1 577 442	58.0	1 719 305	60.6	
a) Del color natural de la pasta	573 257		672 760		770 842		810 509		807 393		860 890		912 580		990 872		984 546		1 070 717		
b) Perforado impreso	129 442		131 389		139 105		146 501		149 144		183 707		208 969		218 967		232 773		221 349		
c) Tarjeta tabular	12 483		18 760		29 845		30 645		40 758		32 659		37 333		42 475		65 576		71 473		
d) Blanco	79 874		104 260		120 704		123 854		141 020		165 003		185 599		201 660		220 838		254 973		
e) Perforado sin impresión	22 479		35 515		35 518		38 001		42 081		37 114		57 252		20 633		30 523		46 214		
f) Gris	46 381		44 193		54 093		52 721		52 269		50 822		51 049		54 268		49 168		54 578		
TOTAL	1 692 044	100.0	1 890 095	100.0	2 057 484	100.0	2 149 272	100.0	2 194 461	100.0	2 273 212	100.0	2 490 844	100.0	2 706 995	100.0	2 718 490	100.0	2 836 633	100.0	

FUENTE: Memoria Estadística 1988 (C.N.I.C.P.)

2.2. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.

2.2.1. Tipo de Producto.

La celulosa de bagazo de caña es un bien intermedio, ya que la celulosa (general), es la materia prima fundamental para la industria papelera.

La celulosa de bagazo, es además un sustituto de la celulosa de madera de fibra corta; por lo que se usa como complemento de la celulosa de madera de fibra larga, variando su participación en las formulaciones de acuerdo con el tipo de papel a producir.

La celulosa de bagazo es recolectable o reciclable, vía papel como fibra secundaria (en cierto porcentaje), y se va degradando paulatinamente con el uso.

2.2.2. Propiedades de la Celulosa de Bagazo.

La longitud de la fibra de bagazo es heterogénea, y depende del grado de "desmedulación" y del proceso de "pulpeo" seguidos durante su elaboración. La relación longitud/radio de la fibra de bagazo (80-90), es comparable a la relación longitud/radio observada en las maderas suaves o de fibra larga (93-105); de tal forma que la celulosa de bagazo, puede ser utilizada en la manufactura de una amplia variedad de papeles, combinandola con la pulpa Kraft de madera de fibra larga. En la tabla (II-3), se muestran algunas propiedades de la pulpa de bagazo blanqueada y sin blanquear.

TABLA (II-3) Propiedades de la Celulosa de Bagazo, con y sin Blanquear.

Propiedad	Pulpa Blanca	Pulpa sin Blanquear
Viscosidad (cp)	34.6	61.5
Peso Básico (gr/m^2)	78.8	77.6
Esfuerzo de Ruptura (mNew)	373.0	373.0
Blancura (ge) (grados general electric)	86.0	47.5

Fuente : Revista Pulp and Paper 1978.

2.2.3 Aplicaciones en la Industria Papelera.

A partir del bagazo se produce pulpa química blanqueada, se utiliza mezclada con otras celulosas, en la elaboración de papeles y cartoncillos de escritura e impresión de alta calidad (bond, aéreo y copia, papel para ediciones, etc.); papel periódico; libro de texto (diario y educación) y papel sanitario y facial (servilleta, higiénico, toallás y pañuelos desechables). La pulpa de bagazo sin blanquear, únicamente se utiliza como relleno en el medium de los cartones para empaque (liner), actualmente (1987) esta descontinuada.

En la tabla (II-4), se muestra el porcentaje de utilización de la celulosa de plantas anuales y de los demás materiales fibrosos, en la producción nacional de cada tipo de papel en el año de 1987; siendo el ramo de -

Tabla (II-4) Composición de Materiales Fibrosos por
Cada Tipo de Papel. (1987)

	Periódico y libro de texto	Otros papeles de escritura e impresión	Empaque	Cartoncillo pa- ra empaque de comestibles	Sanitario y facial
Madera blanqueada	8.7%	46.0%	2.8%	100%	42.0%
Madera sin blan- quear.	-	1.0%	14.7%	-	1.0%
Plantas anuales blanqueadas	13.4%	17.0%	-	-	22.0%
Plantas anuales sin blanquear	-	-	0.2%	-	-
Pasta mecánica	33.3%	10.5%	0.3%	-	1.5%
Fibras secunda - rias	44.6%	35.5%	82.0%	-	33.5%
Total	100%	100%	100%	100%	100%
Merma	10%	6.0%	10%	6.0%	6.0%

Fuente: C.N.I.C.P.

papel sanitario y facial en donde más celulosa de bagazo de caña blanqueada se utilizo, con un 22% de sus requerimientos fibrosos, contra el 17% del papel para escritura e impresión, y el 13.4% de periódico y libro de texto.

En cuanto a formulaciones, las empresas papeleras - que trabajan institucionalmente con celulosa de bagazo, llegan a cubrir hasta el (30 a 50%), de sus requerimientos fibrosos con este material; dependiendo el porcentaje del papel a producir.

2.2.4. Propiedades de los Papeles Inherentes a la Participación del bagazo.

La celulosa de bagazo de caña desempeña una función específica en las distintas formulaciones, para la elaboración de cada tipo de papel; introduciendo o incrementando diversas propiedades, de acuerdo al uso de cada tipo de papel.

En el papel TISSUE (sanitario y facial), el bagazo proporciona propiedades absorbentes, facilita la desintegración del mismo, y da suavidad y acolchonamiento al papel.

En los papeles para escritura e impresión, se utiliza la fibra de bagazo para lograr una buena formación de la hoja de papel, pues se logra una buena dispersión de las fibras y adquiere una opacidad adecuada.

En el papel periódico y libro de texto, el bagazo - produce buena opacidad, el papel absorbe bien las tintas y los líquidos, y no resulta pesado en relación al volumen que ocupa (baja densidad).

En el cartón para empaque, se utilizaba como relleno en el medium por su alta resistencia al aplastamiento.

2.3. INSUMOS (FIBRAS) DE LA CELULOSA DE PLANTAS ANUALES.

2.3.1. El Bagazo de la Caña de Azúcar.

Los países de latinoamérica y el caribe, son productos importantes de caña de azúcar (*Saccharum Officinaurum*), cuya utilización en la industria azucarera genera dos sub-productos; la melaza que se utiliza en la industria alcohólica y vitivinícola; y el bagazo, que actualmente (1987) en México, es el insumo para la elaboración del 99% de la celulosa de plantas anuales; la mayor parte del bagazo es utilizado como combustible en las calderas de los ingenios.

El bagazo es el material fibroso remanente de los tallos de la caña de azúcar, tras la extracción del "Guarapo" (jugo zucaroso). La calidad del bagazo depende de la variedad de la caña, edad a que fué cortada, tipo de abonamiento del suelo, y otros factores agronómicos.

El mayor uso que se da al bagazo es como combustible en las calderas, para las turbinas y evaporadores en los ingenios azucareros; en donde se quema el 35% del total del bagazo obtenido en la molienda anual (nacional), la industria de la celulosa utilizada un 10%, y el 5% restante se utiliza para la elaboración de tablas duras aglomeradas, como alimento para ganado, en la elaboración de miel hidrolítica, etc.

Debido a que es un subproducto de la industria azucarera, tiene disponibilidad a gran escala en los ingenios azucareros; donde además se encargan del descortezado, de la extrusión y en ocasiones del desmedulado por lo tanto goza de una relevante posición ante las industrias de la celulosa y el papel como materia prima no maderera. En Mé -

xico existen 66 ingenios azucareros distribuidos en 15 - estados, siendo Veracruz, Sinaloa y Jalisco; los principales productores.

Cabe mencionar, que el bagazo sale muy maltratado de los ingenios, y no se presta para la elaboración de - papeles y celulosas resistentes; ya que aparte de la extrusión (molienda), empaque, transporte y manejo, en el propio ingenio; fue afectado durante el incendio del campo cañaveral previo al corte de la caña durante la zafra.

2.3.2 Constitución del Bagazo de Caña y Propiedades de la Fibra.

En forma general, podemos decir que el bagazo sale de la molienda de la siguiente forma:

31.1% de fibra apta (seca).

13.4% de médula o parénquima.

50% de humedad (agua).

5.5% de sólidos y tierra.

La fibra apta del bagazo; es parecida a la fibra - de las maderas duras o de fibra corta (no coníferas) en el contenido de alfacelulosa, longitud de las fibras, - etc., como puede observarse en la tabla (II-5); aunque - la fibra del bagazo contiene cenizas y pentosanos, y su fibra es delgada; el contenido de lignina y carbohidratos (incrústantes) es menor al observado en las maderas duras. Lo anterior muestra la factibilidad de elaboración de pulpas de buena calidad y alto rendimiento a partir del bagazo.

La médula o parénquima, es un tejido sumamente absorbente, que se debe retirar de la fibra apta del bagazo para no mermar la calidad de la pulpa. La presencia de la médula generaría una pulpa muy heterogénea con una textura gomosa, debido a que la médula absorbe gran cantidad de reactivos químicos (sosa caústica), durante la elaboración de la celulosa, incrementando el consumo de reactivos durante el proceso.

La celulosa de bagazo elaborada con médula, difi- culta mecánicamente la operación de la máquina de papel, reduciendo la calidad y la resistencia del papel.

La humedad (agua), los sólidos y la tierra; son residuos que quedan tras la molienda, el almacenamiento, el transporte y el manejo de bagazo.

Tabla (II-5) Características de la Fibra del Bagazo Comparada con la Madera y Otras Fibras Vegetales.

Fibra	Longitud prom. (mm)	Diametro prom.	Geniza (%)	Lignina (%)	Alfa celul. (%)	Pentosa nos
Pajas	1.1-1.5	9-13	6-8	17-19	33-35	27.32
Bayas y juncos	0.5	8.5	14.20	12-14	28-36	23-25
Bagazo desmedulado	1.7	20.0	2.0	19-21	40-43	30-32
Fibras de hojas	6.0-9.0	16-18	1.0	7-10	53-64	17.24
Bambú	3.0-4.0	14.0	1-3	22-30	50.0	16-21
Coníferas (M. suave)	2.7-4.6	32-43	1.0	26-30	40-45	10.13
Maderas duras	0.7-1.6	20-40	1.0	18-25	38-49	19-23

Fuente: Revista Pulp and Paper 1981.

2.3.3. Otras Plantas Anuales

A continuación, hablaremos un poco sobre las otras - fibras que han sido utilizadas como insumos por la industria de celulosa de plantas anuales.

2.3.3.1. Borrás de Algodón.

La borra de algodón es un subproducto de la industria aceitera. La industria celuloseira consumía la fibra de algodón proveniente del segundo corte a la semilla del algodón; pues la industria colchonera consume la fibra - proveniente del primer corte. Los principales centros de abastecimiento de borra de algodón en México se localizan en Nuevo León, Jalisco, Sinaloa y Coahuila.

A partir de la borra se elaboraba celulosa química - blanqueada para la elaboración de papeles blancos, pero a partir de 1984 la producción fué descontinuada.

Cierta cantidad de celulosa de borra de algodón, producida por la Compañía Celanese Mexicana, fué utilizada - durante algún tiempo para la elaboración del "Carboximetil- Celulosa" de empleo en la industria textil. (en la planta de Ocotlan, Jalisco).

El cierre de las plantas de celulosa de algodón, se debió en gran medida al elevado precio que alcanza la borra de algodón como consecuencia de ser un mercado de cultivo; así como los gastos originados por el transporte.

2.3.3.2. Pajas de Cereales.

La mayor parte de este residuo agrícola, es incinerado para sedimentar la tierra, pues queda esparcido en el lugar de la cosecha de trigo y cebada; sólo una mínima cantidad es utilizada como alimento para ganado (10%), lo cual obedece a los elevados costos generados por la recolección del material. De acuerdo a la revisión de información técnica referente a la utilización de pajas de cereales, estas pueden aprovecharse para la fabricación de alcohol etílico, acetona, materiales para la construcción, furfural; en el país únicamente han tenido importancia en la preparación de forraje y elaboración de celulosa química sin blanquear.

A partir de 1986, quedó descontinuada la celulosa de bagazo de caña sin blanquear, quedando sólo la celulosa de pajas de cereales sin blanquear, como celulosa de plantas anuales sin blanquear; la cual se utiliza como relleno en el medio de los cartoncillos (liner) para empaque (principalmente). Dicha industria se abastece principalmente de los centros ubicados en los estados de México, - Tlaxcala, Puebla y Guanajuato. Hay cierta tendencia a ser substituida por fibras de papeles de desperdicio; ya que su costo es menor, sobre todo en lo referente a gastos de transporte y recolección.

CAPITULO III

PROCESOS DE PRODUCCION

3.1 PROCESO GENERAL (CELULOSA DE PLANTAS ANUALES).

La planeación, diseño, y coordinación de actividades - del equipo e instalaciones de una planta de celulosa a par - tir de fibras agrícolas no madereras; requiere de un comple - to conocimiento sobre la morfología y las características - físicas y químicas del material.

Las instalaciones para el almacenamiento, sistema de - preparación, pulpeo y blanqueo; difieren de un material a - otro. La paja, hierba y carrizo son almacenados en pacas; se usan métodos secos para el corte, desempolvado y la limpieza de la hierba y el carrizo, la paja utiliza métodos secos y - húmedos para la limpieza. El bagazo requiere sistemas distin - tos para el almacenamiento y manejo, y requiere desmedulado - antes de pasar al pulpeo. El bambú es formado en pilas de - distinto tamaño (según las varas) y es transportado al corta - dor, flotando sobre un canal, donde el agua remueve la tie - rra y la mugre adheridas al bambú; las operaciones de tami - zado y recortado son similares a las usadas para la madera. La abacá debe descortezarse o desmenusarse para separar las - fibras largas de los filamentos del parénquima (material es - ponjoso). La semilla de paja de lino, la sisaña y el cañamo - requieren extrusión, descortezado, desmenuzado y desempolva - do, para preparar las fibras para la digestión.

Salvo algunas modificaciones necesarias según el mate - rial y las instalaciones con que cuenta la planta; en forma - general, los métodos para obtener celulosa blanqueada de fi - bras agrícolas; llevan la siguiente secuencia de pasos tras - la recolección.

- 1.- Corte
- 2.- Descortezado
- 3.- Extrusión
- 4.- Almacenamiento
- 5.- Desmedulado o Desmenusado
- 6.- Digestión (pulpeo)
- 7.- Blanqueo (opcional)

El bagazo goza de una posición privilegiada entre las fibras no madereras; ya que siendo un subproducto de la industria azucarera, se encuentra disponible en grandes cantidades en un punto de recolección. Además, aventaja a otras plantas anuales porque el ingenio, absorbe los costos de recolección (zafra), extrusión y descortezado.

Para el estudio de los procesos de producción (tecnología), nos basaremos en las principales etapas a seguir en la manufactura de la celulosa de bagazo de caña, blanqueada; pues es el material más importante entre las celulosas a partir de plantas anuales que se elaboran en México.

El proceso de manufactura de la celulosa de bagazo de caña blanqueada sigue cuatro pasos principales:

- Almacenamiento.
- Desmedulado. (Preparación de la Fibra).
- Cocción o Pulpeo.
- Blanqueo (opcional).

3.2 ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA.

El almacenamiento de gran cantidad de bagazo se origina por la corta duración de las temporadas de zafra, la cual varía entre 120 y 270 días al año en el mundo. Como las plantas de pulpa operan continuamente, almacenan el bagazo para poder producir pulpa durante todo el año.

Debe evitarse el deterioro de las fibras durante el almacenamiento, impidiendo que la sacarosa residual propicie la proliferación de hongos y bacterias que ataquen el material intercelular y las paredes celulares degradando irreversiblemente a las fibras. El bagazo al salir del ingenio tiene 50% de humedad promedio, un contenido de 2 a 4% de sacarosa residual; un gran potencial de microorganismos colectados en el campo cañero y en el ingenio, como los hongos (*THERMOOCTINOMYCES SACCHARY* y el *THERMOZTINOMYCES VULGARIS*) cuya proliferación se favorece en la humedad al aumentar la temperatura durante la fermentación de la sacarosa residual en el bagazo, estos hongos provocan una enfermedad llamada "Bagazosis", al ser inhaladas las esporas por el organismo humano.

Ultimamente se está recomendando desmedular el bagazo antes de almacenarlo, de ser posible en el mismo ingenio; con lo cual se propicia que la médula sea usada como combustible o como alimento para ganado. El costo de transporte a la planta de celulosa es menor (y se puede controlar mejor la fermentación del bagazo pues se elimina parte de la sacarosa residual).

Existen varios sistemas de almacenamiento para conservar el bagazo en condiciones aceptables, esta selección depende de las condiciones locales en la vecindad de la fábrica, del período y cantidad de producción de zafra, de las condiciones técnico-económicas del país, del clima y terreno disponible y de las leyes sobre seguridad e incendio.

Entre los principales sistemas de almacenamiento para conservar el bagazo en condiciones aceptables se encuentran:

- 1.- Almacenamiento a Granel en Húmedo.
- 2.- Almacenamiento en Pacas.
- 3.- Almacenamiento a Granel en Mojado con Agua.
- 4.- Almacenamiento a Granel en Mojado con Licor Biológico
- 5.- Almacenamiento a Granel con Ventilación Inducida.

3.3. PREPARACION DE LA FIBRA.

3.3.1. Desmedulado del Bagazo de Caña.

En el caso del bagazo de la caña de azúcar, su utilización en la industria de la celulosa es obstaculizada - por la presencia del tejido parenquimatoso (médula o bagacillo), quién constituye la tercera parte del bagazo y absorbe gran cantidad de reactivos durante el pulpeo y el blanqueo, con lo que se produce un papel rígido de baja opacidad; por eso se requiere separarlo de los haces fibrosos para mejorar las características de la pulpa.

La desmedulación esta encaminada a lograr la máxima separación posible de la médula sin dañar los haces fibrosos, de la manera más económica posible. El bagazo bien desmedulado produce una pulpa de alta calidad y consume menos reactivos químicos durante la cocción y el blanqueo; además, el desmedulado aumenta la blancura y la resistencia de la pulpa.

Aunque los especialistas aún no se ponen de acuerdo sobre los equipos, o si el desmedulado debe hacerse en una o varias etapas, se ha puesto de moda desmedular en dos etapas cuando hay que almacenar bagazo entre zafras, ya que parte de la médula se desprende durante el almacenamiento.

Tradicionalmente existen tres métodos para desmedular el bagazo; seco, húmedo y en suspensión.

3.3.1.1. Equipos Desmeduladores.

Los primeros equipos utilizados para separar la médula fueron las "cribas vibratorias", actualmente existen varios equipos, que han demostrado ser más eficientes que las cribas vibratorias.

A continuación se presenta una lista con los principales desmeduladores existentes en el mercado; divididos en tres grupos, de acuerdo a la versatilidad del equipo y el tipo de bagazo con el que puede trabajar. Para seccionar algún sistema deben estudiarse las condiciones técnicas y económicas de la planta y/o el ingenio.

Principales Equipos:

A.- Desmedulado en Suspensión.

- 1.- Hidropulper.
- 2.- Krauss - Maffei
- 3.- Hidrolimpia (Cusi)

B.- Desmedulado en Seco o en Húmedo

- 1.- Paramorga Flail.
- 2.- Molino SPM (Ruckstahl)
- 3.- Molino Bay & Buess.

C.- Desmedulado en Seco, en Húmedo o en Mojado.

- 1.- Molino Rietz.
- 2.- Molino Horkel.

- 3.- Molino Rivenco.
- 4.- Peadco - Villavicencio.
- 5.- Molino Vertamil.
- 6.- Molino Gunkel.
- 7.- Molino Ledesma.
- 8.- Molino Kimberli.
- 9.- Molino Pallman Centrion.
- 10.- Western States.
- 11.- Con - Dephither.
- 12.- Picador de Leña Tipo Hog.

3.3.2. Preparación de la Fibra de otras Plantas Anuales.

En el caso de otras plantas anuales, como la paja de trigo, el material debe pasar por una etapa de preparación previa al pulpeo.

Primeramente, la paja es cortada en trozos iguales en un cortador Nyblad, lo cual es esencial para mantener uniformidad en la alimentación del digestor, esto permite producir una pulpa de calidad. Cada cortador consiste esencialmente de un transportador de cadena, dos tambores rotatorios y un tambor rotatorio con cuchillas.

Después pasa a través de un sistema de cribas semicirculares, para separar los nudos, el polvo de paja, los granos, piedras y otras impurezas de la paja; y luego pasa al lavado (limpiado) en seco o húmedo.

3.4 PULPEO.

Por medio de varios procesos de obtención de pulpas celulósicas (pulpeo o cocimiento), las fibras vegetales son habilitadas para la fabricación de papel.

Las fibras se mantienen unidas en todos los materiales fibrosos naturales, por medio de las fuerzas adhesivas de los polímeros intercelulares, como la lignina y algunos carbohidratos. Las fibras, deben ser separadas para obtener la pulpa celulósica, mediante el suministro de energía en diferentes formas (química, mecánica, térmica o combinaciones) y cantidades.

Los procesos utilizados para la elaboración de pulpas de bagazo, son en su mayor parte similares a los usados para las maderas, con modificaciones que permiten la optimización en la utilización de esta fibra no maderera, tanto en lo que se refiere a mayores rendimientos, como a menor consumo de productos químicos, mayor resistencia y minimización de los problemas de contaminación ambiental. La estructura abierta y la penetrabilidad, que presentan la mayoría de las fibras de las plantas anuales y residuos agrícolas, facilitan la acción de los reactivos durante los procesos.

En forma general, los procesos pueden dividirse en continuos e intermitentes. A continuación se presentará una breve explicación de dichos procesos.

3.4.1. Procesos Continuos.

Los procesos continuos tienen mayor aceptación, por ser más eficientes y flexibles que los intermitentes, y han tenido un gran desarrollo en cuanto al diseño de los procesos y las instalaciones. Algunos de los procesos son aplicables a un sólo material en particular o a un grupo de materiales; otros procesos tienen una aplicación muy amplia. Los principales procesos continuos son los siguientes: Celdecor- Pomilio, Peoria, Pandia, Cusi, Kraft, PEADCO, etc..

3.4.1.1. Proceso Celdecor - Pomilio.

El proceso Celdecor - Pomilio, fué el primer proceso continuo utilizado para la elaboración de celulosa, el proceso ha tenido éxito en la elaboración de celulosa a partir de paja de trigo, bagazo de caña y esparto.

El Celdecor - Pomilio involucra una cocción suave del material en sosa caústica, seguida de una clorinación. Originalmente se planeó que las plantas obtuvieran la sosa caústica y la clorina mediante la electrólisis de una salmuera; pero en la actualidad, algunas fábricas operan con el proceso Celdecor - Pomilio sin utilizar una planta electrólítica, mediante el consumo de reactivos químicos comprados.

La digestión se realiza primeramente en una torre cilíndrica de reacción, en donde el material mezclado con sosa caústica es introducido, junto con vapor inyectado a baja presión.

Posteriormente la semipulpa es deshidratada y descargada en una torre de clorinación, en donde entra en contacto con la clorina en forma de gas. La clorina es absorbida por la semipulpa y actúa como agente de pulpeo y blanqueo.

3.4.1.2. Proceso Mecanoquímico (Peoria).

El proceso Peoria, fué desarrollado por Lathrop y Aronosky en el Northern Regional Research Laboratory, en Peoria Illinois, EUA; para producir celulosa mediante el bagazo de caña y paja de trigo principalmente.

El proceso mecánico-químico, utiliza un hidropulper con un rotor sobrepuesto, y sosa caústica. La acción de las aspas del rotor permite a la sosa caústica penetrar hasta los espacios intercelulares del material; con lo que se produce una mayor deslignificación, al aumentarse la superficie del material en contacto con la sosa; logrando incrementar la rapidez del pulpeo con un consumo bajo de reactivos químicos y una menor inversión en equipo. El proceso puede utilizar sosa, o una combinación de sulfito de sodio y sosa caústica como licor de cocción.

3.4.1.3. Proceso Pandia.

El proceso Pandia ha mostrado su efectividad y versatilidad en muchas fibras no madereras como la paja, bagazo, esparto, tallo de maíz y bambú entre otras.

El sistema consta de una cámara de impregnación y digestores horizontales de tubo. En la cámara de impregnación el material es blanqueado, con el licor de cocción -

y después es cocido completamente en los digestores horizontales, en un proceso continuo con licor de cocción y vapor a presión.

El proceso Pandia es flexible y produce distintas variedades de pulpa. El Pandia, además de trabajar con sosa caústica como licor de cocción, suele utilizarse con sulfito neutro, sulfito alcalino y otros reactivos químicos, ya sea puros o combinados.

3.4.1.4. Proceso Simon - Cusi o Sosa con Impregnación.

El proceso Cusi o Sosa con Impregnación, fué diseñado específicamente para la producción de celulosa de bagazo de caña de azúcar; pero puede aplicarse con otras plantas anuales con estructura fibrosa similar.

El proceso Cusi incorpora en el pulpeo dos fases de operación; son la impregnación y el fraccionamiento, basándose en la diferente resistencia a la deslignificación que presentan los distintos tejidos fibrosos del bagazo.

Las etapas en el pulpeo del proceso Cusi obligan a una mayor inversión en equipo, pero el consumo de reactivos químicos es menor al de los procesos convencionales. Mediante la impregnación se obtiene una difusión adecuada de la sosa caústica en los tejidos de la fibra, logrando un precocimiento de alto rendimiento. El fraccionamiento se efectúa aprovechando las propiedades termoplásticas de la lignina remanente en las fibras.

Con el fraccionamiento se obtienen dos tipos de fibras; la fibra aceptada que se encuentra bien cocida, y corresponde a los tejidos suaves de las fibras centrales del bagazo, y la fibra rechazada que se encuentra aún cruda (precocida), y requiere de un tratamiento más enérgico para cocerse completamente, el cual se realiza en un desfibrador de disco. Una vez cocidas, las dos fibras son mezcladas.

3.4.1.5. Proceso al Sulfato (Kraft).

Generalmente se utiliza para elaborar pulpas muy resistentes a partir de maderas de fibra larga, estas son adecuadas para la fabricación de papeles para envoltura y empaque. No tiene caso la elaboración de pulpas Kraft con fibras de bagazo de caña, ya que es fibra corta, y llega además muy maltratada a las plantas tras la quema en el cañaveral, la extrusión en el ingenio, el transporte, el almacenamiento, la fermentación, etc.. Por lo que resulta infructuoso el intentar obtener una pulpa resistente de una fibra tan endeble.

La cocción de la fibra se realiza utilizando una mezcla de sosa caústica y sulfuro de sodio, dicha mezcla es disuelta en agua e introducida con la fibra en unos digestores verticales cargados con vapor a presión.

A pesar de no ser adecuado este proceso para fibras de bagazo de caña, es utilizado en los países que cuentan o disponen de materias primas en abundancia y muy baratas, que permiten elaborar dicho proceso a muy bajo costo; como Cuba y Taiwan.

3.4.1.6. Proceso PEADCO.

El proceso PEADCO, fué desarrollado por la corporación desarrolladora y evaluadora de proyectos, filial de W. R. Grace and Company. El PEADCO es un proceso integrado, que utiliza un desmedulador de cuchillas oscilantes - ligadas a un rotor, y un sistema de cribas.

Cuando la fibra esta desmedulada, es introducida para su cocción en un digestor horizontal de alta presión, junto con el licor de cocción y vapor. Al salir del digestor la pulpa pasa al Blaw Tank.

3.4.2 Proceso Intermitente (Batch).

Existen fábricas que aún utilizan un sistema de digestión intermitente por ciclos para la elaboración de pulpa, usando el proceso a la sosa; ya que el sistema Batch permite producir pulpas de diversas cualidades.

El proceso intermitente por lo general utiliza digestores esféricos rotatorios de vuelteo durante la cocción de la pulpa.

Los procesos intermitentes consumen mayor cantidad de sosa caústica, y requieren de mucha mano de obra, ya que es necesario cargar y descargar los digestores. Además, durante el inicio de la cocción es necesario remover el aire y los gases no condensables atrapados durante la carga del digestor; lo cual, reduce considerablemente la eficiencia del proceso.

3.5 BLANQUEO.

El principal objetivo del blanqueo, es la obtención de una pulpa brillante, mediante la remoción de lignina, resinas, esteres y ácidos grasos. En la industria papera se utilizan agentes blanqueadores como el sulfato de sodio, el peróxido de hidrógeno, el hipoclorito de sodio, etc..(el blanqueo es una operación opcional).

En el caso de la pulpa de bagazo, el consumo de agentes químicos durante el blanqueo es bajo, por lo que normalmente se blanquean en tres etapas (C- E- H); cloración, extracción caústica, e hipocloración, sin que el blanqueo merme la calidad de la pulpa. Ultimamente, se ha incorporado una cuarta etapa con bioxido de cloro buscando mayor blancura; tal es el caso de la planta de Taiwan Sugar Corp., quien produce pulpa química de bagazo blanqueada. La técnica Cubana, blanquea en una sola etapa con hipoclorito, logrando solo un semiblanqueo, en una operación discontinua con baja blancura.

En el sistema (C- E- H), esta basado en la acción del cloro, quien ataca la lignina contenida en la fibra; ya que es más enérgico que el hipoclorito y facilita la acción de este reactivo en la tercera etapa. En la etapa de extracción caústica (segunda), se utiliza sosa para disolver a los componentes clorados que no hayan reaccionado con la lignina de la pulpa en la primera etapa, ya que resulta indispensable disolverlo, porque consumirían el hipoclorito en la tercera etapa.

En la actualidad se están estudiando otros métodos de blanqueo, diferentes o complementarios del (C- E- H) convencional. Entre las alternativas más estudiadas tenemos:

- 1.- Hipocloración.
- 2.- Cloración, extracción, hipocloración y dióxido de cloro.
- 3.- Cloración, dióxido de cloro, extracción e hipocloración.
- 4.- Hipocloración y peróxido.
- 5.- Blanqueo con oxígeno.
- 6.- Blanqueo por desplazamiento.

CAPITULO IV

OFERTA - DEMANDA

4.1 MARCO GENERAL.

4.1.1 Producción Nacional de Papel.

La industria papelera mexicana es la principal consumidora de celulosas y materiales fibrosos, y ha logrado sostener un crecimiento constante a pesar de la crisis, alcanzando en 1987 una producción total de 2,574, - 624 toneladas métricas, superando en un 4.23% a la de - 1978, se advierte un crecimiento del 62.63% en los últimos 10 años, lo que da una tasa de crecimiento medio - anual lineal TCMAL = 6.26% como puede verse en la tabla (IV-1).

4.1.2 Consumo Nacional de Materiales Fibrosos.

El creciente desarrollo de la industria papelera - ha requerido de un consumo cada vez mayor de materias - primas fibrosas, el cual llegó en 1987 a las 2,836,633 - toneladas; un incremento del 67.65% en relación a las - 1,692,044 toneladas consumidas en 1978 (10 años atrás) - lo que da una TCMAL = 6.76%, como puede verse en la ta - bla (IV-1)

4.1.3 Producción y Recolección Nacional de Materiales Fibrosos.

a) Producción nacional de celulosas vírgenes.

En México se elabora celulosa de madera al sulfato, celulosa de plantas anuales, pasta mecánica de madera, y otras; la producción de celulosa de madera al sulfito - quedó descontinuada a partir de 1985. La producción de -

celulosas y pastas vírgenes alcanzó las 730,535 toneladas en 1987, logrando un crecimiento de 10.49%, sobre las 706,408 toneladas producidas en 1978, para una TCMAL de 1.05% en los últimos 10 años, como puede verse en la tabla (IV-2).

b) Recolección nacional de fibras secundarias.

Las fibras secundarias o de desperdicio, alcanzaron en 1987 un volumen de recolección de 949,994 toneladas, - 47.21% más que las 645,431 toneladas recolectadas 10 años atrás (1978), lo cual da una TCMAL de 4.72%, ver en la - tabla (IV-2).

Sumando la producción de celulosas vírgenes, y la recolección de fibras secundarias, observamos que la oferta de materiales fibrosos nacionales durante 1987 fué de - 1,730,529 toneladas, 28.01% más que las 1351,839 toneladas de 1978, lo que da una TCMAL de 2.8%, desarrollo muy corto respecto al 6.26% de la TCMAL de la industria papelera; por lo que se ha creado un "deficit" creciente en - materiales fibrosos para la industria del papel, que ha - sido cubierto a través de importaciones.

4.1.4. Importaciones de Materiales Fibrosos (Deficit).

4.1.4.1. Importación de Celulosas Vírgenes.

En lo referente al deficit de celulosas vírgenes, cubierto mediante importaciones; durante 1987 llegó a las - 479,501 toneladas, 311.58% arriba de las 116,456 toneladas importadas hace 10 años (1978), lo que da una impresionante TCMAL de 31.16%, como puede apreciarse en la - tabla (IV-2).

TABLA (IV-1)

Producción de Papel y Consumo de Materias Primas
Fibrosas.

Años Concepto	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TCMAL
Producción de Papel	1583084	1731425	1896403	1950264	1986473	2061791	2239679	2447765	2470229	2574624	6.26%
Consumo de Materias Primas Fibrosas	1692044	1890095	2057484	2149272	2194461	2273212	2490844	2706995	2718490	2836633	6.76%
Merma (%)	6.8	9.1	8.4	10.2	10.4	10.2	11.2	10.5	10.0	10.1	

Fuente: Memoria Estadística CNICF 1988.

4.1.4.2 Importación de Fibras Secundarias.

El deficit fibroso de 1987 fué cubierto también con-- la importación de 769,311 toneladas de fibras secundarias dicho volumen supero en un 252.11% al observado 10 años a tras (1978), dando como resultado una TCMAL = 25.21% en -- la importación de fibras de desperdicio.

Este deficit de materiales fibrosos, derivado del re-- zago que experimenta la industria celulosera nacional res-- pecto a la papelera, llego a requerir de un total de 1, -- 248,812 toneladas de material fibroso importado durante -- 1987, ascendiendo un 272.35% respecto a las 334,941 tone-- ladas de materiales fobrosos importados en 1978, lo cual-- da una TCMAL del 27.29% (ver tabla IV-2).

Este deficit, plantea un severo problema para la in -- dustria papelera y celulosera, y para el país; por la sa -- lida de divisas para financiar importaciones, y por la -- dependencia de exterior de la industria en lo referente -- a materias primas fibrosas; ya que al lesionarse la auto -- nomía de la industria se cerece de protección ante una -- recesión internacional, y ante las presiones de las eco -- nomías de escala. Por lo tanto le urge al país lograr la -- autosuficiencia en materias primas fibrosas para la indus -- tria del papel.

El deficit fibroso, ha crecido escandalosamente del -- 19.8% en 1978 al 44.02% en 1987 del consumo fibroso na -- cional, mostrando una sólida tendencia creciente como -- puede apreciarse en la tabla (IV-2).

Tabla (IV-2) Producción de Celulosa y Recolección de Fibras Secundarias

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TOTAL (%)
Recolección Nacional de Fibras Secundarias	645431	763595	700878	868490	963098	821702	900726	943939	825762	949994	4.7
Producción de Pastas y Celulosa	706408	717468	731769	742483	749119	759430	800642	820416	772539	780335	1.05
TOTAL	1351839	1481063	1432647	1610973	1711217	1581182	1701368	1764355	1603301	17305229	2.8
Importación de Fibras Secundarias	218485	243282	449219	331841	269584	508524	552496	599485	751680	769311	25.2
Importación de Pastas y Celulosas	116450	166432	208534	121285	128576	162945	228082	310887	345470	479501	31.16
Total Importaciones (Déficit)	334941	409714	657753	453126	398160	671469	780578	900372	1097150	1248812	27.2

Fuente: Memoria Estadística 1988 (C.N.I.C.P.).

4.2. ANALISIS DEL CONSUMO DE MATERIALES FIBROSOS.

4.2.1. Tendencias.

Estudiando el cuadro (IV-3) podemos observar la participación en el consumo fibroso total anual de cada material. Podemos apreciar, que la participación de las celulosas vírgenes en el consumo total bajó del 48.9% en 1978 al 29.4% en 1987, disminuyendo su participación en 9.5 puntos porcentuales; mientras que las fibras secundarias aumentaron del 51.1% (1978) al 60.6% (1987), 9.5 puntos porcentuales en su participación en el consumo fibroso total.

Lo anterior nos muestra claramente la tendencia a sustituir a las celulosas vírgenes con papel de desperdicio ya trabajado; lo cual ha provocado una baja en el rendimiento de la materia prima en la elaboración del papel con un incremento en el porcentaje de merma, así como la degradación de algunas propiedades en el papel. Tal incremento en el porcentaje de merma, puede apreciarse en la tabla (IV-1).

Habiendo detectado claramente la tendencia en la industria papelera a sustituir con fibras secundarias el material vírgen, procederemos a investigar a continuación, la manera en que se han llevado a efecto dichas substituciones; y su influencia sobre el entorno de la industria de la celulosa de bagazo de caña blanca.

TABLA (IV-3)

VOLUMEN Y PARTICIPACION RELATIVA DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS FIBROSAS EN LA PRODUCCION DE PAPEL

(Toneladas Métricas)

MATERIAS PRIMAS	AÑOS		1978		1979		1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987	
	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%
1. CELULOSA QUIMICA DE MADERA																						
a) Al sulfato	445066	26.3	486214	25.7	497756	24.2	553375	25.6	575452	26.2	568887	25.0	636642	25.6	754906	27.9	738607	27.2	727006	25.6		
Blanqueada de fibra larga	176604		230823		274519		304509		316263		281474		303932		343173		318581		297481			
Blanqueada de fibra corta	-		9282		14264		30765		38240		58572		90460		129462		147529		140813			
Semiblanqueada de fibra larga	49092		42815		23519		19702		21356		15271		35332		47241		37558		59147			
Sin blanquear de fibra larga	219370		203294		185414		197999		199399		213570		199318		235032		214939		226565			
b) Al sulfato	38790	2.2	52123	2.8	37005	1.8	25398	1.2	19652	0.9	15705	0.7	16182	0.7	11935	0.4	3779	0.1	7179	0.3		
Blanqueada	29707		36595		25388		16018		10457		5340		6641		4541		3779		6494			
Sin blanquear	7083		15528		10617		9380		9195		10385		10141		7394		-		685			
2. CELULOSA QUIMICA DE PLANTAS ANUALES																						
a) De bagazo	221991	13.1	242865	12.8	272431	13.2	264999	12.3	269570	12.3	276652	12.2	283604	11.4	245965	9.1	227201	8.4	225431	7.9		
Blanqueada	162860		202564		237187		230363		243410		243320		248725		229485		220179		225431			
Sin blanquear	39111		40302		35244		34436		26160		33332		34879		16480		7022		-			
b) Otras	10590	0.6	8288	0.4	7726	0.4	4685	0.2	4146	0.2	2820	0.1	2170	0.1	2432	0.1	2344	0.1	2412	0.1		
3. PASTA MECANICA DE MADERA																						
	82219	5.4	77552	4.1	75322	3.7	78551	3.7	82071	3.7	70076	3.1	80431	3.2	145860	5.4	153229	5.6	139686	4.9		
4. OTRAS CELULOSAS																						
Subtotal celulosas	21472	1.3	16175	0.9	17147	0.8	21933	1.0	10888	0.5	8846	0.4	18993	0.7	12471	0.5	15888	0.6	15614	0.6		
	828128	48.9	883218	46.7	907387	44.1	548941	44.2	961779	43.6	942986	41.5	1037622	41.7	1173571	43.4	1141048	42.0	1117328	39.4		
5. FIBRAS SECUNDARIAS																						
a) Del color natural de la pasta	663916	51.1	1006877	53.3	1150697	55.9	1200331	58.8	1232682	56.2	1339226	58.5	1453222	58.3	1533424	56.6	1577442	58.0	1719305	60.6		
b) Periódico impreso	573257		672760		770542		810509		807393		860890		912580		990872		984546		1070717			
c) Tarjeta tabular	129442		131389		130109		146591		149144		163767		208969		218967		232713		221348			
d) Blanco	12483		18760		20542		20645		40758		37333		42815		59578		59578		71473			
e) Periódico sin impresión	79874		104260		120704		123954		141020		165003		185599		205869		220338		254973			
f) Gris	22479		35815		36519		36001		49081		37114		57292		20633		30539		46214			
	46381		44193		54083		52721		52286		50822		51049		54268		49168		54759			
TOTAL	1692044	100.0	1890095	100.0	2057484	100.0	2149272	100.0	2194461	100.0	2372312	100.0	2490844	100.0	2706995	100.0	2718490	100.0	2836633	100.0		

FUENTE: Memoria Estadística 1988 (C.N.I.C.P.)

4.2.2. Sustitución y Variaciones en el Consumo de Materiales Fibrosos.

Comparando el porcentaje de participación de cada material en el consumo total de material fibroso de 1980 y 1987, se observan los resultados que aparecen en la ta bla (IV-4).

Tabla (IV-4). Aumentos y decrementos principales en la participación relativa de los materiales fibrosos consumidos en la producción de papel de 1980 a 1987 en México.

Material	1980		1987		Variación (%)
	Volumen (ton)	Participación (%)	Volumen (ton)	Participación (%)	
AUMENTOS					
Cel. de madera fibra corta	14304	0.70	143813	5.07	4.37
Fibra secundaria blanca	120704	5.87	254973	8.99	3.12
Pasta mecánica de madera	75322	3.70	139636	4.92	1.22
F. sec. tarjeta tabular	29342	1.45	71473	2.52	1.07
F. sec. periódico impreso	139108	6.76	221349	7.80	1.04
Cel. fibra larga semibca	23519	1.14	59147	2.09	0.95
DECREMENTOS					
Cel. de bagazo blanqueada	237137	11.53	225431	7.55	3.58
Cel. al sulfato bca. f. l.	244539	13.34	297481	10.49	2.85
Cel. de bagazo s/ blanqueo	35244	1.71		0.0	1.71
Cel al sulfito bca. f.l.	26388	1.28	6494	0.23	1.05
Cel al sulfato s/bca. f.l.	135414	9.02	226565	3.0	1.02
Fibra secundaria gris	54083	2.63	54579	1.92	0.71

Fuente: (C.N.I.C.P.) Memoria Estadística 1988.

Como puede apreciarse, los cambios más significativos en la participación del consumo total de materiales fibrosos, involucran a los materiales blanqueados de fibra corta principalmente; pues se advierte claramente una estrecha relación, entre el incremento de la celulosa de fibra corta de madera y del desperdicio blanco (4.37% y 3.12% - respectivamente), con el decremento de la celulosa de bagazo blanqueada (-3.58%) y quizá de la madera de fibra larga (-2.85%).

4.3. DEMANDA DE MATERIALES FIBROSOS CORTOS BLANQUEADOS.

4.3.1 Producción Nacional de Papeles Blancos.

La demanda de materiales blancos de fibra corta, esta vinculada con la producción de papeles blancos; o sea los papeles faciales (y sanitarios), y los papeles para escritura e impresión; pues estos grupos utilizan cantidades considerables de materiales fibrosos cortos blanqueados en la manufactura del papel, con la excepción de los papeles para periódico y libro de texto, quienes incluyen un alto contenido de pasta mecánica de madera en sus formulaciones.

Como lo muestra la tabla (IV-5) correspondiente a la producción nacional de papeles blancos, en 1987 se produjeron 1,157,931 toneladas de papeles blancos, lográndose un incremento del 99.7% en relación a las 579,611 toneladas elaboradas en 1978, generando una TCMAL del 9.97%.

El dinamismo que muestra la producción de papeles blancos obedece en gran medida al incremento de las exportaciones; por lo que habría que analizar su consumo aparente para precisar la posición real que ha mantenido el sector ante la situación económica nacional (tabla IV-6).

TABLA (IV-5) Producción Nacional de Papeles Blancos.
(Toneladas)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TOTAL (%)
Periódico y libros de Texto	108,737	131,540	143,252	156,727	166,937	197,194	263,981	326,655	366,716	351,230	22.3
Otros del Grupo Escritura e Impresión	325,491	369,813	416,423	398,594	410,486	406,525	444,430	456,271	452,314	467,289	4.3
Sanitario y Pajetal	145,483	162,363	183,834	223,865	247,921	245,677	272,678	306,828	317,134	339,412	13.3
Total	579,711	663,716	743,509	779,186	825,344	849,396	981,089	1,039,754	1,136,164	1,157,931	9.9

Fuente: Memoria Estadística 1988 (CHICP).

4.3.1.1 Consumo Aparente de Papeles Blancos.

El consumo aparente se forma sumando los volúmenes de producción y las importaciones de algún bien (papeles blancos en este caso), y se resta el volumen de exportaciones que se hayan efectuado (en un año determinado). El consumo aparente no indica exactamente el consumo real de un producto, pues no siempre se consumió la producción en su totalidad, pues suelen generarse inventarios; pero de alguna forma proporciona información válida para la elaboración de un estudio de mercado.

En los últimos años, una gran parte de la producción nacional de papeles blancos ha sido destinada a la exportación; lo que explica en cierta forma el crecimiento constante de la industria papelera ante la crisis económica en que se encuentra en México, la cual ha provocado una severa contracción en el consumo per-capita de papel en el país. Por lo tanto, resulta necesario analizar la historia del consumo nacional aparente de papeles blancos a fin de poder determinar en cierta forma, la contribución de la crisis económica en la problemática que se presenta en la industria de la celulosa de bagazo de caña.

Como puede observarse en la tabla (IV-6), relativa al consumo aparente de papeles blancos; durante 1987 se presentó un consumo aparente de 971,175 toneladas de papeles blancos, 41.3% más que las 687,338 toneladas de 1978 para una TCMAL = 4.13%. Cabe destacar el estancamiento que presenta el consumo aparente de papeles blancos desde

Tabla (IV-6) Consumo Aparente de Papeles Blancos.

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TCMAL (%)
Escritura e Impresión	541,855	634,960	813,493	959,284	753,008	656,879	711,655	823,710	795,234	705,211	3.01 %
Sanitario y Facial	143,483	162,363	184,515	224,510	248,922	244,020	262,668	289,274	271,018	265,964	8.28 %
Total	687,339	797,323	998,008	1,183,794	1,001,930	900,899	974,323	1,112,984	1,066,252	971,175	4.13 %

Fuente: CINEP. Memoria Estadística (88).

(1981), como se ve en la tabla (IV-6), ya que el consumo - aparente actual (1987) esta por debajo del observado en - 1981. Lo cual esta más acorde con la situación de la indus- tria nacional de celulosa.

4.3.2. Consumo de Materiales Blancos de Fibra Corta.

La industria papelera mexicana consume distintos ti- pos de materiales blancos de fibra corta, entre los de ma- yor consumo destacan, la celulosa de bagazo de caña blan- queada, la celulosa de madera de fibra corta blanqueada y la pulpa de desperdicio (fibra secundaria) blanco. El con- sumo total de estos tres materiales alcanzó un volumen de 624,217 toneladas en 1987, 137.5% más que las 262,754 to- neladas consumidas 10 años atras (1978), lo que da una - TCMAL = 13.75% como puede verse en la tabla (IV-7), refe- rente al consumo de materiales fibrosos cortos blanquea- dos.

La misma tabla (IV-7), nos muestra como han ido va- - riando la participación de cada tipo de material en el con- sumo de materiales blancos cortos total, y como se han e- efectuado sustituciones paulatinas en el consumo de acuerdo a las condiciones prevalecientes en el mercado. Podemos - apreciar claramente como ha disminuido la participación de la pulpa blanqueada de bagazo de caña del 64.08% en 1979 - al 36.11% en 1987; pues su participación en el consumo de materiales blancos de fibra corta ha sido sustituida por - la celulosa de madera fibra corta blanqueada (al sulfato) quién ha aumentado del 2.94% en 1979 al 23.24% en 1987 - (gradualmente), y en menor grado por los desperdicios blan- cos, que han aumentado su participación del 32.98% en 1979 al 40.85% en 1987.

TABLA (IV-7) Consumo de Materiales Fibrosos Cortos Blanqueados y su Participación Relativa.

		1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TCMAL (%)
Celulosa de Madera Pi - bra Corta - Blanqueada	Volumen (ton)	-	3,252	14,301	30,765	35,240	58,572	90,460	129,462	147,523	143,513	161
	Participación (%)	-	2.94	3.34	7.35	9.05	12.55	17.23	22.52	25.07	23.04	
Fibra Secun - daria Blan - ca	Volumen (ton)	79,874	104,260	120,704	123,354	141,020	155,003	135,533	205,569	220,338	254,973	21.9
	Participación (%)	30.4	32.98	32.43	32.17	33.36	35.34	35.37	36.45	37.52	40.55	
Celulosa de Bagazo Blan - queada	Volumen(ton)	182,880	202,504	237,137	230,563	243,410	243,320	248,725	229,485	220,179	225,431	2.3
	Participación (%)	69.6	64.08	63.73	59.34	57.53	52.11	47.4	40.63	37.41	36.11	
Consumo To - tal de Mate - riales Fi - brosos Blan - cos	Volumen (ton)	262,754	316,106	372,195	385,311	422,670	466,835	524,784	564,516	585,546	624,217	13.7
	Participación (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Fuente: Memoria Estadística 1988 (CNICP).

Lo anterior nos muestra claramente un estancamiento de la industria nacional de celulosa de bagazo, inexplicable desde el punto de vista de la necesidad del producto como materia prima para la industria papelera; pues esta sigue creciendo, demandando un volumen cada vez mayor de materiales fibrosos de tipo corto blanqueados.

4.4 OFERTA DE MATERIALES DE FIBRA CORTA BLANQUEADOS.

4.4.1 Oferta Nacional (Producción y Recolección).

Los materiales de fibra corta blanqueados que se elaboran en México, son de celulosa de bagazo de caña blanqueada y la celulosa de madera de fibra corta (no coníferas) blanqueada; mientras que la producción de celulosa blanqueada de borra de algodón quedó descontinuada desde 1933. Además se recolecta una importante cantidad de desperdicios blancos, que son reutilizados por la industria papelera.

Durante 1987 se produjeron en total 444,677 toneladas de materiales de fibra corta blanqueados, 28.42% más que las 346,281 toneladas de 1980, para una TCMAL de 3.55% como puede verse en la tabla (IV-8), relativa a la oferta nacional, y exterior; así como la participación relativa de los materiales de fibra corta blanqueados.

4.4.2 Oferta Exterior (Importación).

La oferta exterior alude a los materiales blancos de fibra corta que son importados por la industria papelera, para cubrir el déficit existente en este tipo de materiales. Actualmente se importa celulosa de madera de fibra corta blanqueada y desperdicios blancos.

TABLA (IV-8) Oferta de Materiales Fibrosos Cortos Blanqueados (Nacional y Exterior) y Demanda Potencial de Celulosa de Bagazo Blanqueada; en Toneladas con su Participación Relativa.

Año	80	81	82	83	84	85	86	87	TOTAL
Oferta Nacional (Producción y Recolección)									
Celulosa de Fibra Corta Blanqueada	5,688 1.51%	13,715 3.67%	22,233 5.1%	22,296 4.84%	26,709 5.19%	29,337 5.4%	31,210 5.51%	27,601 4.69%	43.1%
Fibra Secundaria Blanca	109,929 29.13%	111,929 29.94%	135,964 31.19%	144,261 31.35%	154,429 30.03%	172,796 31.49%	178,547 31.54%	192,036 29.45%	9.3%
Celulosa de Bagazo Blanqueado	230,664 61.12%	225,892 60.43%	237,056 54.38%	247,606 53.8%	254,331 49.46%	229,939 41.91%	216,800 31.29%	224,980 33.32%	(0.3%)
Total (Producción y Recolección)	346,281 91.76%	351,536 94.04%	395,523 90.74%	414,163 89.99%	435,469 86.63%	432,672 78.85%	426,557 75.33%	444,677 65.36%	3.55%
Oferta Exterior (Importación)									
Celulosa de Fibra Corta Blanqueada	19,419 5.14%	10,258 2.74%	35,316 8.1%	25,317 5.5%	47,625 9.26%	82,963 15.12%	97,396 17.2%	167,608 24.82%	35.33%
Fibra Secundaria Blanca	11,690 3.1%	12,025 3.22%	5,056 1.16%	20,742 4.51%	31,170 6.06%	33,073 6.03%	42,291 7.47%	62,877 9.31%	54.7%
Total (Demanda Potencial)	31,109 8.24%	22,283 6.76%	40,372 9.26%	46,059 10.01%	78,795 15.32%	116,036 21.15%	139,687 24.67%	230,485 34.14%	40.1%
Total Oferta	377,390 100%	373,819 100%	435,895 100%	460,222 100%	514,264 100%	548,708 100%	566,244 100%	675,162 100%	9.66%

Fuente: Memoria Estadística 1988 (CNICP)

Como puede apreciarse en la tabla (IV-8), durante 1987 se importaron 230,485 toneladas de materiales blancos cortos, 640.9% más que las 31,109 toneladas importadas durante 1980, para una TCMAL= 80.11%, alcanzando el déficit fibroso el 34.14% del consumo total de estos materiales en 1987.

Analizando en su totalidad la oferta de materiales fibrosos cortos blanqueados, podemos advertir en la tabla (IV-8) como ha variado la participación de cada material en la oferta total durante los últimos años.

Podemos ver que la celulosa de bagazo blanca apuntaló la oferta nacional de estos materiales con una participación del 33.32% de la oferta total durante 1987, - a pesar de que presenta un severo estancamiento en relación al 61.12% correspondiente a su participación en esta oferta durante 1980; dicho estancamiento coincide claramente con el enorme incremento de las importaciones de celulosa de madera de fibra corta blanqueada, pues han aumentado su participación del 5.14% en 1980 al 24.82% en 1987. Además, la fibra secundaria blanca, también ha incrementado su participación en la oferta (total), debido al aumento de sus importaciones, pero de una manera más moderada como puede observarse en la tabla (IV-8).

4.4.3. Demanda Potencial para la Celulosa de Bagazo Blanqueada.

La demanda potencial, se refiere exclusivamente a la sustitución total de importaciones de materiales fibrosos-blancos de tipo corto; y caracteriza o representa al volumen de producción adicional máximo (permisible) de algún bien o servicio, que el mercado estaría dispuesto a consumir si se elabora; en la medida de una viable sustitución económica.

Cabe aclarar, que esta demanda potencial derivada de la sustitución de importaciones de materiales blancos cortos, puede asociarse para su cobertura a la producción nacional de celulosa de madera de fibra corta blanqueada, a la recolección nacional de desperdicios blancos, a la celulosa de bagazo de caña blanqueada, o cualquier otro material fibroso corto susceptible de ser elaborado industrialmente en México. En este caso la estamos asociando a la producción de celulosa de bagazo de caña en congruencia al tema de este estudio.

Durante 1987, esta demanda potencial llego a las 230, 485 toneladas, 640.9% más de las 31,109 toneladas de 1980, como puede verse en la tabla (IV-8), y como ya se mencionó en el análisis de las importaciones (deficit).

Del estudio de la demanda potencial, podemos concluir que existe demanda insatisfecha suficiente, para la elaboración de 640.24 toneladas diarias adicionales de celulosa de plantas anuales (bagazo) blanca, considerando 360 días -

laborales en el año. Comparando a las 230,485 toneladas de la demanda potencial, con las 224,980 toneladas de celulosa de bagazo blanqueada producidas durante 1987; observamos que solo se esta cubriendo el 49.4% de la demanda máxima (demanda potencial + demanda satisfecha), de la celulosa de bagazo de caña, la cual llegó a 455,465 toneladas en 1987; por lo que podemos afirmar que existe demanda suficiente para el crecimiento y desarrollo de la industria de celulosa de plantas anuales, en la medida de una factible sustitución económica.

4.4.4 Capacidad Instalada y Utilizada para la Fabricación de Celulosa de Plantas Anuales Blanqueadas.

A pesar de la gran demanda potencial adicional de 230 mil toneladas, que debe cubrirse con importaciones (1987) sólo se elaborarán 225,000 toneladas de celulosa de plantas anuales (bagazo) blanqueada, no obstante, tiene una capacidad instalada para producir 292,000 toneladas, y sólo se utilizó el 77.1% de la capacidad disponible en 1987.

Como puede verse en la tabla (IV-9), el crecimiento de la capacidad productiva es muy pequeño, pues no se han hecho nuevas inversiones, solamente se ha mantenido la misma capacidad. En 1987 se contó con una capacidad instalada de 292,000 toneladas, sólo 2,000 toneladas más que la capacidad de 290,000 toneladas existente en 1978 (0.69% más) para una TCMÁL de 0.07% (crecimiento nulo).

TABLA (IV-9) Aprovechamiento Porcentual de la Capacidad Instalada
para la Fabricación de Celulosa de Plantas Anuales
Blanqueadas. (Toneladas)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Capacidad Instalada	290,000	305,500	274,000	287,000	323,000	363,000	342,000	294,000	294,000	292,000
Producción	184,400	205,600	283,700	228,600	239,600	248,700	254,300	229,900	216,800	245,000
Aprovechamiento Porcentual	63,600	67,300	85,300	79,700	74,200	68,500	74,400	78,200	73,700	77,100

FUENTE: C.N.I.C.P.

Cabe apuntar que el grupo de celulosa de plantas - anuales blanqueadas, incluye el ramo de celulosa de borra de algodón (bca.) hasta el año de 1983, año en que fué - descontinuada la producción de dicha fibra; por lo que a partir de 1984 el grupo se conforma exclusivamente por la celulosa de bagazo de caña blanqueada.

Actualmente (1987) operan en México cuatro empresas - productoras de celulosa química de bagazo de caña blan- - queada, como puede observarse en la tabla (IV-10) que - esta a continuación:

TABLA (IV-10). Capacidad Instalada, Utilizada y Producción de - las Empresas Productoras de Celulosa de bagazo - de Caña en México.

Empresa	Capacidad Instalada	Producción (ton)	Utilización (%)
Kimberly Clark de México S.A. de C.V.	117000	105000	39.74
Productos San Cristobal S.A. de C.V.	75000	56000	74.67
Mexicana de Papel Periódico S.A.	75000	49000	65.33
Fábrica de Celulosa el Pilar.	25000	15000	60.00
Total	292000	225000	77.10

Fuente: C.N.I.C.P.

4.4.4.1. Tecnología Utilizada.

Básicamente todas las empresas partieron de un mismo proceso a la sosa convencional, para la elaboración de celulosa o pulpa química de bagazo de caña (blanqueada); y a través del tiempo, cada empresa le ha hecho algunas modificaciones, de acuerdo a las condiciones particulares de cada planta, experiencia y tecnologías desarrolladas. A continuación describiremos brevemente, el sistema de producción seguido por cada planta.

1.- Kimberly Clark de México, S.A. de C.V.

- Desmedulación: Se realiza en los ingenios azucareros con el objeto de reducir el costo de la materia prima, al retornar la médula, para que sea utilizada como combustible en las calderas de los ingenios; además se reduce el costo del flete a la planta, y el consumo de reactivos. Se utiliza un molino Kimberly, derivado del Gunkel.
- Almacenamiento: El bagazo ya desmedulado se almacena en pilas al aire libre, manteniéndose húmedo por las condiciones climatológicas propias de la localidad; lo que permite la fermentación láctica, que ayuda a mantener la suavidad de la fibra.

4.4.4.1. Tecnología Utilizada.

Básicamente todas las empresas partieron de un mismo proceso a la sosa convencional, para la elaboración de celulosa o pulpa química de bagazo de caña (blanqueada); y a través del tiempo, cada empresa le ha hecho algunas modificaciones, de acuerdo a las condiciones particulares de cada planta, experiencia y tecnologías desarrolladas. A continuación describiremos brevemente, el sistema de producción seguido por cada planta.

1.- Kimberly Clark de México, S.A. de C.V.

- Desmedulación: Se realiza en los ingenios azucareros - con el objeto de reducir el costo de la materia prima, al retornar la médula, para que sea utilizada como combustible en las calderas de los ingenios; además se reduce el costo del flete a la planta, y el consumo de - reactivos. Se utiliza un molino Kimberly, derivado del Gunkel.

- Almacenamiento: El bagazo ya desmedulado se almacena - en pilas al aire libre, manteniéndose húmedo por las - condiciones climatológicas propias de la localidad; lo que permite la fermentación láctica, que ayuda a manter la suavidad de la fibra.

- Pulpeo: Se utiliza un proceso convencional continuo a la sosa, mediante un digestor continuo horizontal de dos tubos con gusano transportador American Defibrador.
- Blanqueo: En tres etapas; C.E.H. convencional, cloración, extracción caústica e hipoclorito.

2.- Productos San Cristobal S.A. de C.V.

- Almacenamiento: El bagazo entero en pacas es apilado en seco en pirámides de 10 metros de altura (aprox.), con un ducto transversal de ventilación, para permitir la salida del calor y los vapores tras la fermentación. Dichas pilas piramidales son rociadas con borax para proteger el bagazo de la contaminación por microorganismos.
- Desmedulación: Se efectúa en la planta, en húmedo con un desmedulador "Cusi" con gusano transportador.
- Pulpeo: Se utiliza un proceso a la sosa con impregnación modificado, mediante el uso de un digestor continuo de tubos horizontales.
- Blanqueo: En tres etapas, el C.E.H. convencional; cloración, extracción caústica e hipoclorito.

3.- Mexicana de Papel Periódico S.A.

(Se sigue la misma tecnología desarrollada por Kimberly Clark).

- Desmedulación: Molino Kimberly, desmedulación con bagazo húmedo, tal como sale del ingenio (50% humedad).
- Almacenamiento: En pilas (húmedas).
- Pulpeo: Proceso a la sosa convencional, utiliza un digestor continuo horizontal de dos tubos American Defibrator.
- Blanqueo: En dos etapas; sólo se requiere un semiblanqueo para el papel periódico, se siguen dos etapas de hipoclorito.

4.- Fábrica de Celulosa el Pilar S.A.

- Almacenamiento: En pacas apiladas piramidalmente, rociadas con borax (bagazo seco).
- Desmedulación: En suspensión acuosa, con un molino de martillos comunes.
- Pulpeo: Digestor de tubos horizontales American Defibrator, se sigue un proceso a la sosa continuo convencional.
- Blanqueo: Convencional en tres etapas C.E.H.; cloración, extracción caústica e hipoclorito.

CAPITULO V

ENTORNO

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

El presente análisis, esta hecho de manera muy general; pues resulta fuera del alcance de este trabajo una presentación en detalle, y no pudo conseguirse información totalmente precisa, merced al hermetismo imperante en la industria; por lo que se recomienda que se haga un estudio de factibilidad, o un proyecto de inversión.

En virtud de una demanda potencial de 230 mil toneladas de celulosa de bagazo blanqueada (CBB); adicional a la producción actual, y una capacidad instalada de 290 mil toneladas que sólo es utilizada al 77% del total; se procederá a estudiar la disponibilidad de la materia prima (bagazo), la prefactibilidad (económica) de una inversión en celulosa de bagazo blanqueada, y los factores limitantes que conforman el medio ambiente de la industria de la celulosa de bagazo de caña; y así obtener una idea más clara sobre la problemática del sector.

5.2 Disponibilidad de Materia Prima (bagazo).

El bagazo de caña es un material lignino-celulósico, que se obtiene como un subproducto de una industria alimentaria básica; el cual se encuentra disponible, - concentrado en grandes cantidades en los ingenios azucareros como residuo principal de la molienda; lo que garantiza un fácil y estable abastecimiento a las plantas de celulosa. Lo anterior permite a los celuloseros hacer contratos a largo plazo con los ingenios, así como las inversiones (elevadas) necesarias para un procesamiento masivo del bagazo, lo que deriva en costos bajos de fabricación.

En la actualidad, México cuenta con 66 ingenios azucareros distribuidos en 15 entidades federativas como puede verse en el mapa (V-1) y en la tabla(V-1). Dichos ingenios son abastecidos con 40.3 millones de toneladas de caña (aprox.) cada año, la cual se cultiva en 534,034 hectáreas de cañaverales; de las cuales 218,414 has. son cultivadas bajo régimen de riego y 315,620 has bajo temporal.

En México la "zafra" (corte de la caña) dura aproximadamente 170 días; lo que hace necesario que las fábricas de celulosa almacenen gran cantidad de bagazo para mantener una producción continúa todo el año.

Según la opinión de gente que trabaja en la administración de los ingenios, de las 40.3 millones de tc-

neladas de caña que se muelen en los ingenios c/año, se obtienen aproximadamente 12.9 millones de tons. de bagazo; de las cuales la industria de la celulosa utiliza - 1.5 millones de tons., se emplean 550,000 tons. en la - elaboración de alimento para ganado, tablas duras y los otros usos; mientras que 10.4 millones de tons. son que quemas en las calderas de los ingenios para obtener energía del poder calórico del bagazo.

Como puede verse, existe enorme potencial en cuanto a materia prima para la industria de la celulosa de bagazo de caña, que podría intercambiarse por combustible mediante negociación con los ingenios azucareros.

De las 10.4 millones de toneladas de bagazo que son quemadas anualmente en los ingenios, podría obtenerse 3.4 millones de tons. de fibra apta seca (bagazo sin médula), suficiente para elaborar 1,695,000 tons. de celulosa de bagazo de caña al año, considerando un rendimiento del 50% sobre la fibra apta; pero para elaborarla se necesitaría una capacidad instalada de 4,700 ton/día adicional a la utilizada actualmente.

Como puede verse, el estancamiento de la industria de la celulosa de bagazo, no obedece a una escasez de materia prima, pues en México existe bagazo suficiente para abastecer nuevos proyectos de inversión; sobre todo en el occidente de la República: Sinaloa, Nayarit, Jalisco, y la región de la Huasteca: San Luis Potosí, - Tamaulipas, y el Norte Veracruzano, como puede apreciarse

se en el mapa (V-1); pues en estas regiones abundan los - ingenios azucareros y no existen aún fábricas de celulosa- de bagazo de caña que explotan esos recursos.

Por otro lado, habría que conocer la situación parti- cular de cada ingenio en lo referente al destino y usos - que le dan al bagazo, y el estado en que se encuentran sus equipos; así como las vías de comunicación disponibles, y- la situación económica; ya que la mayoría de los ingenios- trabajan con pérdidas (\$).

TABLA (V-1).

PRINCIPALES INGENIOS EN LA REPUBLICA MEXICANA (1986).

INGENIO	LOCALIZACION	CAÑA MOLIDA (TON.)	BAGAZO (TON.)
1.- San Cristóbal	Cosamaloapan Ver.	2541603	838729
2.- Tala (J.M.M.)	Tala Jal.	1404177	463378
3.- El Potrero	Atoyac Ver.	1388220	458113
4.- Emiliano Zapata	Zacatepec Mor.	1338387	441668
5.- San Pedro	Lerdo de Tejada Ver.	1111980	366953
6.- Plan de Ayala	Cd. Valles S.L.P.	1058320	349246
7.- Los Mochis	Ahome Sin.	1032626	340766
8.- Tamazula	Tamazula Jal.	1025857	338532
9.- Xicoténcatl	Xicoténcatl Tamps.	1003645	331205
10.- Primavera	Culiacán Sin.	989323	326476
11.- Ponciano Arriaga	Cd. del Mafz S.L.P.	921934	304028
12.- Tres Valles	Cosamaloapan Ver.	912297	301058
13.- Adolfo López Mateos	Tuxtepec Oax.	854437	281964
14.- Alianza Popular	Tamasopo S.L.P.	841090	277560
15.- Motzorongó	Tezonapa Ver.	807500	266475
16.- Alvaro Obregón	Othon P. Blanco Q.R.	792332	261667
17.- Pujiltico	Venustiano Carranza Chis.	773169	255146
18.- Atencingo I.	Chietla Puebla.	769141	253816
19.- Puga	Tepic Nay.	765781	252707
20.- El Modelo	Cd. Cardel Ver.	733076	241915
		<hr/>	<hr/>
Ingenios Restantes Republica Mexicana		21065495	6951400
TOTAL	PAIS	19209492	6339132
		40274937	13290532

Fuente: Manual Azucarero Mexicano (Trigesima Edición).

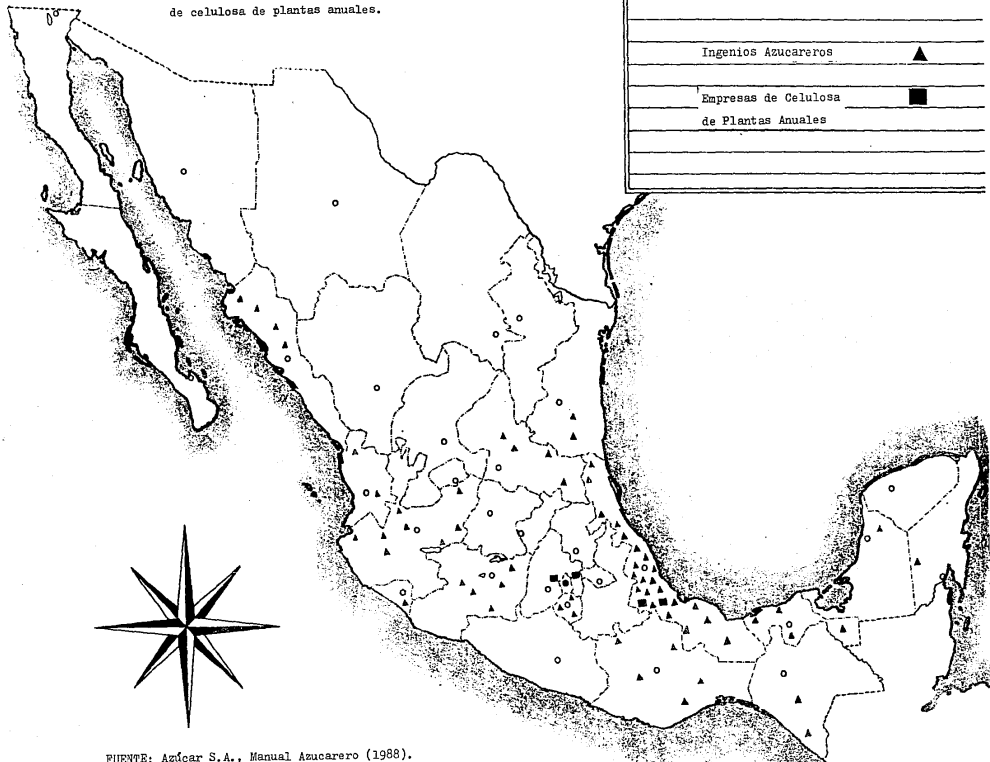
MAPA (V-1) Ingenios Azucareros y Empresas
de celulosa de plantas anuales.

REPUBLICA MEXICANA

Ingenios Azucareros



Empresas de Celulosa
de Plantas Anuales



FUENTE: Azúcar S.A., Manual Azucarero (1988).

5.3 Estudio de Prefactibilidad (Económico) para una Inversión en Celulosa de Bagazo.

Habiendose establecido la existencia de materia prima suficiente para cubrir siete veces el déficit de celulosa de bagazo blanqueada (CBB), (230 mil toneladas en 1987); - se procederá a continuación a estudiar la prefactibilidad de una inversión en CBB.

El estudio considera una inversión en una planta elaboradora de CBB, cuya capacidad instalada sería de 150 - ton/día (54,000 ton/año), de acuerdo con el equipo disponible en el mercado y lo observado en la industria.

Para el estudio se considera el emplazamiento en el - (los) ingenio(s) de la(s) unidad(es) desmeduladora(s), para que la médula sea aprovechada en las calderas como combustible, reduciéndose así los costos de la materia prima, los costos del flete a la planta de celulosa y del consumo de reactivos.

Cabe mencionar la conveniencia de instalar a la planta de celulosa de bagazo, cerca del ingenio más grande, en la medida que sea posible; pues esto derivará en importantes ahorros en los fletes.

En México, las plantas de celulosa de bagazo están - instaladas junto a las fábricas de papel correspondientes; lo que constituye una importante ventaja por los ahorros - en empaque (laminación), almacenamiento de la celulosa, y-

en fletes; pero en el presente trabajo se esta considerando una inversión en una planta de celulosa separada de la fábrica de papel (aislada).

De acuerdo a la opinión de personas que han trabajado en proyectos de inversión en celulosa de bagazo de caña, la inversión en una planta que produjera 150 ton/día de CBB, con digestores, unidades de desmedulado, equipo para blanqueo, sistemas de recuperación de reactivos y de recirculación de agua, terrenos para el almacenamiento de la materia prima, y para la fábrica, cisterna, etc., sería aproximadamente de US \$75,000,000.

5.3.1 Precio de Venta para la Celulosa de Bagazo Blanqueada (CBB).

Para elaborar un estudio de prefactibilidad para un proyecto de inversión en CBB, es indispensable determinar de la manera más precisa posible, el precio de venta o comercialización que permita al producto competir con sus ventajas y deficiencias en el mercado, logrando su aceptación a pesar de las restricciones económicas, políticas y técnicas imperantes en dicho mercado.

La CBB como ya se ha mencionado, compite en un régimen de mercado abierto interno y externo, con los materiales fibrosos complementarios de la celulosa de madera de fibra larga; como sustituto de la celulosa de madera de fibra corta blanqueada, y de fibra secundaria blanca.

Por tal motivo, la celulosa de bagazo se cotiza en el mercado libre, entre el precio de la celulosa de madera de fibra corta y el precio del desperdicio blanco, con quienes compite. Según la opinión de gente que ha trabajado en la adquisición de materias primas para la industria del papel, el precio (internacional) para la CBB, puede fijarse 15% abajo del precio internacional de la celulosa de madera de fibra corta blanqueada. Debido a que los precios internacionales de la celulosa de madera de fibra corta varían muy drásticamente como puede apreciarse en la tabla (V-3), relativa a los precios internacionales para el desperdicio blanco y la celulosa de fibra corta, el precio para la CBB fluctuaría de acuerdo a dichas variaciones.

Para 1988 se considera un precio para la CBB entre los US \$600 y los US \$520 por tonelada de celulosa. En el presente trabajo se considerará un precio de venta de US \$600/ton de CBB.

5.3.2 Costos de Manufactura

Para la elaboración del estudio de costos, se separaron estos en costos fijos y costos variables:

Como costos variables se consideraron los relativos a la materia prima, al consumo de energía y a los reactivos químicos usados.

Como costos fijos se consideraron los relativos a la mano de obra (directa e indirecta), mantenimiento, depreciación y/o amortización.

Algunos costos se obtuvieron en forma indirecta - sobre fuentes secundarias y opiniones personales de - gente que ha trabajado en la administración de empresas - celuloseras y papeleras; por lo que a continuación se - presenta una breve explicación sobre las equivalencias - y calculos que se hicieron para evaluar dichos costos.

Materia Prima

Para la fabricación de una tonelada de celulosa, - se requieren dos toneladas de fibra apta seca (bagazo - sin médula, agua o tierra), la cual se obtiene de 6.4 - toneladas de bagazo con 50% de humedad, que es como re - gularmente sale de la molienda en los ingenios. Para - conseguir una tonelada de bagazo (50% de humedad, debe - entregarse al ingenio 172.2 lbs. de combustóleo pesado - por ser la equivalencia en poder calorífico que se ma - neja regularmente en la contratación; ó 120.35 lbs. en - el caso que se devuelva la médula al ingenio para ser - aprovechada en las calderas, tal y como se presume en - este estudio; además la empresa debe pagar al ingenio - una prima o precio, para cubrir los gastos derivados a - del manejo del bagazo en el ingenio. Todo esto conforme - al contrato general entre los ingenios y las empresas - celuloseras.

Tal como lo establece dicho contrato, se conside - raré que cada tonelada de bagazo (50% de humedad) con - tiene 311 kg de fibra apta seca en promedio, la cual - sirve para producir 155.5 kg de celulosa de bagazo - blanqueada si se considera un rendimiento del 50% en -

la producción. Por lo tanto para elaborar una tonelada de CBB, se requiere 6.4 ton. de bagazo con 50% de humedad; - por lo que deberá entregarse al ingenio 770.24 litros de combustóleo pesado más la médula extraída (1.2 tons. a - proximadamente).

Energía Eléctrica.

Para cotizar a la energía eléctrica se cotizó el - KWH de acuerdo a un promedio ponderado entre la cuota fija y el costo por KWH adicional de la tarifa No. 12 de la CFE por lo que se estableció un valor promedio de \$64 M.N por KWH.

Mano de Obra.

Según la opinión de gente que conoce el medio, se - requerirían aproximadamente 225 empleados para mano de - obra directa, y 45 empleados para la mano de obra indirecta (personal administrativo); para poder operar una planta con 150 ton/día de capacidad. Para calcular el costo, - se estableció un salario mínimo de \$250,000 M.N. al mes, - más un 40% adicional en prestaciones; y se asigno un promedio de 3 salarios mínimos para cada empleado directo - (planta), y un promedio de 5 salarios mínimos para cada - empleado administrativo (M. de O. Indirecta).

Mantenimiento, Depreciación y/o Amortización.

Los costos de mantenimiento se estimaron en 8%, de depreciación y/o amortización en 10% anual, sobre el valor en libros de los activos de la planta, cotizados en US \$ 75 millones.

Los costos de los otros insumos se calcularon directamente. Ver tabla (V-2), relativa a los costos de manufactura.

Tabla (V-2) Estudio de Costos para la elaboración de Celulosa de Bagazo de Caña Blanqueada.

Costos Variables Anuales.

Insumos	Cantidad por tonelada de cel. de bag. de caña	Precio M.N. por unidad de produc. o ser.	Precio US \$ por unidad de produc. o ser.	Importe Total 54,000 ton/año de CBB.
1. Bagazo de caña 50% de humedad.				
Combustoleo equiv.	770.24 lts.	\$97/lt	US\$0.0427/lt	US\$ 1,774,974.54
Flete del combustoleo.		\$12.72/lt	US\$0.0056/lt	US\$ 232,759.55
Prima del bagazo.	6.4 ton.	\$2,875/ton.	US\$1.2648/ton	US\$ 437,131.54
Flete fibra apta.	2 ton.	\$17,088/ton	US\$7.5178/ton	US\$ 811,924.33
Suma				<u>=US\$ 3,256,790 -</u>
2.-Energía				
Combustoleo (con flete)	200 lts.	\$109.72/lt	US\$0.0483/lt	US\$ 521,326.88
Electricidad	700 Kwh	\$ 63.92/Kwh	US\$0.0281	US\$ 1,063,036.21
Suma				<u>US\$ 1,584,363 -</u>
3. Reactivos Químicos.				
Sosa caústica	50 Kg	\$ 500/kg	US\$0.22/kg	US\$ 594,000 -
Cloro.	75 Kg	\$ 795.55/kg	US\$0.35/kg	US\$ 1,417,500 -
Cal Viva	20 Kg	\$ 98.88/kg	US\$0.0435/kg	US\$ 46,980 -
Suma				<u>US\$ 2,058,480 -</u>
Suma Costos Variables				US\$ 6,899,633 -
10% Adicional para Imprevistos				<u>US\$ 689,963 -</u>
Total de Costos Variables				US\$ 7,589,596 -
			aprox.	US\$ 7,590,000 -
Costo Variable Unitario (cvu)=	US\$140.56/ton.			

TABLA (V-2) Continuación

Costos Fijos Anuales.

1.- Mano de Obra	Cantidad de empleados	Sueldo Mensual con prestaciones (M.N.)	Sueldo US\$	Importe anual
Mano de obra directa.	225 empl.	\$1,050,000/mes	US\$462/mes	US\$1,247,250
Mano de obra indirecta	45 empl.	\$1,750,000/mes	US\$770/mes	US\$ 415,750
Suma				<u>US\$1,663,000</u>
2.- Mantenimiento:				
8% anual sobre los activos fijos				US\$6,000,000
3.- Depreciación y/o Amortización:				
10% anual sobre el valor de los activ.				<u>US\$7,500,000</u>
Suma de Costos Fijos				<u>US\$15,163,000</u>
10% Adicional para imprevistos				US\$1,516,300
Costo Fijo Total Anual				<u>US\$16,679,300</u>
		valor aproximado		US\$16,680,000

Costo Unitario Fijo (cuf) = \$308.89

Equivalencia Contemplada (Dólar Controlado 1988)

US \$ 1 = \$ 2273 M.N.

Fuente: CFE, Pemex, Azucar SA y Opiniones de Gente del Medio.

5.3.2.1 Costos Totales de Manufactura.

Suponiendo que la planta trabajara todo el año a plena capacidad y produjera 54,000 ton/año; los costos totales (anuales) sumarían US \$24,270,000 lo cual genera un costo unitario de US \$449.45/ton.

Observando el costo de manufactura total, se advierte que el 68.73% corresponde a los costos fijos en general y aproximadamente el 61% del costo total procede del mantenimiento, de la depreciación y/o amortización de los activos.

Esto nos da una idea sobre el nivel de riesgo que sufre la inversión en un proyecto de CBB; pues los costos fijos emanados de los activos, representan un lastre muy pesado, que podría ser demasiado oneroso y poner en peligro la rentabilidad de la inversión, en el caso que no pudiera operar la planta a plena capacidad por algún contratiempo.

5.3.3 Rentabilidad de la Inversión.

5.3.3.1 Calculo del Punto de Equilibrio.

Para formarse un criterio sobre la rentabilidad del proyecto en CBB, se procederá a determinar el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio indica el volumen de producción o venta anual, en que los ingresos son exactamente iguales a los costos totales, por lo que no se generan pérdidas ni utilidades.

Para calcular el punto de equilibrio, se divide el costo fijo total entre la contribución marginal:

$$P.E. = CFT/cm$$

La contribución marginal (cm) se obtiene restando el costo variable unitario (cvu) del precio de venta del producto (P) :

$$cm = P - cvu$$

El costo variable unitario, se obtiene dividiendo el costo variable total (anual) entre el volumen de producción anual:

$$cvu = US \$140.56$$

$$cm = 600 - 140.56 = US \$459.44/ton$$

$$CFT = US \$16,680,000/año$$

$$P.E. = \frac{CFT}{cm} = \frac{US \$16,680,000/año}{US \$459.44/ton} = 36,305.6 \text{ ton/año}$$

$$P.E. = 67.23\% \text{ de la capacidad total (instalada).}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, para obtener utilidades la planta deberá trabajar a más de 67.23% de su capacidad instalada.

En caso de que ocurriera algún problema, y bajara la producción a menos del 67.23% de la capacidad instalada; - la planta operaría con pérdidas, merced a que deben cubrirse invariablemente los costos fijos pues son constantes e independientes del volumen de producción.

5.3.3.2 Margen de Ganancia en el Mercado Nacional.

Para calcular el margen de ganancia que generaría el proyecto de inversión por unidad de producto, se considera que la planta trabajará a toda su capacidad, de tal manera que el costo de manufactura por unidad de producto (cmu), sea de US \$449.45/ton. Además, estableceremos un precio de venta en el mercado (P) de US \$ 600/ton.

Restando el cmu del precio de venta P, obtendremos - el margen de utilidad o ganancia (mg).

$$mg = P - cmu$$

$$= US \$600 - US \$449.45 = US \$150.55/ton$$

$$= US \$150/ton de CBB.$$

5.4 FACTORES LIMITANTES.

Aparentemente, las inversiones en celulosa de bagazo de caña podrían parecer atractivas para un inversionista, considerando exclusivamente lo que se ha presentado en este trabajo; ya que no se han expuesto factores que expliquen de manera radical, la falta de interés de los inversionistas en la celulosa de bagazo de caña. Por lo tanto, procederemos a continuación a presentar los principales problemas, que a nuestro juicio han influido en el estancamiento de la industria de la CBB.

5.4.1. Rentabilidad Mermada.

Durante los últimos años, han sucedido algunos cambios en el entorno de las industrias de la celulosa y del papel, que actuando combinadamente han abatido la rentabilidad en las inversiones de celulosa de bagazo de caña; haciéndolas poco atractivas. A continuación mencionaremos algunos casos.

5.4.1.1. Poco Margen de Ganancia en Comparación con Otras Inversiones.

Según la información recopilada con gente del medio, una inversión en una fábrica elaboradora de papel generó a principios de 1988 un margen de ganancia de US \$800/ton en el mercado nacional; el cual es cinco veces mayor al margen de US \$150/ton generado por la celulosa de bagazo blanqueada, en 1988. Lo que resulta desalentador, pues los inversionistas buscan inversiones seguras con margen de ganancia altos y estables; sobre todo tratándose de una inversión intensiva en capital (como nuestro caso).

5.4.1.2. Caída de los Precios Internacionales de la Celulosa.

Como puede apreciarse en la tabla (V-3) relativa a la historia de los precios internacionales para la celulosa de madera blanqueada de fibra corta y los desperdicios blancos; se han presentado durante los últimos 10 años, dos caídas importantes en los precios internacionales de la celulosa de madera de fibra corta; en el período de 1982-1983 se cotizó a un precio promedio de US-\$391/ton. y el período de 1985-86 se cotizó aún más bajo en US \$374/ton. en promedio.

Como puede verse, en esos períodos los precios en el mercado libre para la celulosa de madera llegaron por debajo del costo de manufactura para la CBB, que hemos estimado en US \$449.45/ton. Situación claramente desalentadora para los inversionistas, pues podrían repetirse caídas similares en los precios a partir de 1989 o 1990.

TABLA (V-3) Precios Internacionales de Desperdicio Blanco y Fibra Corta de Madera Blanqueada.

Años	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Desperdicios blancos	361.1	347.2	306.8	311.5	332.5	273.9	289.0	398.2	485.0
Celulosa de madera de fibra corta (blanqueada)	476.1	487.8	408.6	373.7	463.8	350.0	397.0	531.3	650.0

Estos precios no incluyen el flete, ni gastos asociados.

Precios cotizados en US dólares por tonelada metrica de material.

Fuente: Empresas Papeleras

TABLA (V-4) Precios Promedio del Metro Cúbico de Combustóleo Pesado (anual).

Años	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Precio (dólares)	15.02	13.14	12.17	16.93	33.43	35.90	36.03	33.45	42.67

- Estos precios no incluyen flete.

Fuente: Petroleos Mexicanos (PEMEX).

5.4.1.3 Rápido Incremento en el Precio del Combustóleo Pesado.

Como ya se ha mencionado, el precio del bagazo, esta intimamente ligado al precio del combustóleo, ya que se realiza un trueque entre ellos.

De 1980 a 1988, el precio del combustóleo en dólares en la República Mexicana, ha aumentado 2.84 veces; pues de US \$15.02 en 1980, aumentó a US \$42.67 los mil litros. Por lo que el precio de los 770.24 litros de combustóleo, necesarios para cangearlos por las 6.4 toneladas de bagazo 50% de humedad, con que se elabora una tonelada de celulosa, aumentó de US \$11.57 en 1980 a US \$32.97 en 1988. Este aumento contribuyo a disminuir la rentabilidad de la inversión, haciendola más riesgosa para el inversionista.

5.4.1.4 Régimen de Control de Precios.

De 1983 a 1985, los precios de la celulosa y el papel estuvieron sometidos a un control de precios por parte de las autoridades, quienes dictaban un precio oficial al que debía someterse el producto; dicha situación cambió a un régimen de registro de precios en 1985, más flexible.

El control de precios, lle^go a erosionar la rentabilidad de las inversiones, porque la fijación de precios que hacian las autoridades, no siempre correspondía con eficacia al incremento de los insumos, quienes suelen presentar un comportamiento brusco en cuanto a incrementos de precios.

Aunque algunos de estos factores limitantes, como los precios internacionales de la celulosa, el control de precios, el margen de ganancia o utilidad del papel; han cambiado su efecto en un sentido favorable a la inversión en celulosa de bagazo; existe el peligro latente, de un cambio repentino en contra de las inversiones. Tal es el caso del PSE, pues virtualmente volvió a implantar un control de precios.

5.4.2 Situación Política Económica y Legislación sobre Comercio Internacional.

Como hemos visto, el estancamiento de la industria de celulosa de bagazo se debe en parte a la inestabilidad de los precios internacionales; y también a la desaparición y falta de continuidad de las leyes y políticas de fomento, protección a la inversión productiva, y legislación sobre comercio internacional; así como la situación económica nacional, que crea cierto grado de incertidumbre en el desarrollo futuro del país. A continuación comentaremos sobre estos aspectos.

5.4.2.1 Adhesión de México al GATT

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo (1983-88), el Programa Nacional de Desarrollo Industrial y de Comercio Exterior (PRONADICE), establecía originalmente un régimen de "Permisos Previos" para las importaciones de materiales fibrosos; mediante el cual se necesita la autorización de los fabricantes de celulosa para las importaciones, lo que garantizaba la venta total de la producción nacional de materias fibrosas a precios independientes de los internacionales.

A partir de 1935 en que México se adhiere al GATT - se observa en el proceso de adhesión una sustitución - gradual del régimen de permisos previos a un régimen de aranceles; hasta 1988 en que desaparecen los permisos - previos totalmente, para las importaciones de materia - les fibrosos.

En la actualidad las importaciones de celulosa no pagan cuotas arancelarias, pero el GATT contempla hasta un 20% de arancel como protección a la inversión productiva como máximo. Bajo este régimen, una inversión en celulosa de bagazo se encuentra desprotegida en caso de una caída de los precios internacionales por debajo de los costos de manufactura, como ocurrió en los períodos 1982-83 y 1985-86; quedando a merced de las manipulaciones de las economías de escala.

5.4.2.2. Situación Económica Nacional.

A partir de 1982, la economía nacional padece una - aguda crisis; lo que claramente ha repercutido incrementando el temor a involucrarse en inversiones riesgosas - y erosionando la capacidad financiera de los inversionistas.

Como puede advertirse en la tabla (V-5), relativa - a los volúmenes del PIB (producto interno bruto) nacional y al índice de precios 1980-87; a partir de 1982 el crecimiento del PIB (en precios de 1980), ha sido nulo - pues de \$4.86 billones en 1981, paso a \$4.79 billones en 1987. Además, el índice de precios (inflación) ha auzentado cerca de un 4000% desde 1980.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TABLA (V-5) Volumen Anual del PIB e Índice de Precios
(1980 - 87).

Año	PIB Precios corrientes (Billones M.N)	PIB Precios 1980 (Billones M.N)	Volumen	Índice de Precios	Inflación %
1980	4.47	4.47	100	100	-
1981	6.13	4.86	108.8	126.0	26.02
1982	9.8	4.83	108.1	202.8	102.8
1983	17.88	4.63	103.6	386.1	286.1
1984	29.47	4.80	107.3	614.4	514.4
1985	47.4	4.92	110.1	963.1	863.1
1986	76.35	4.73	105.7	1679.5	1579.5
1987	195.62	4.79	107.2	4082.2	3982.2

Fuente: Banco de México.

Además del nulo crecimiento de la economía nacional se ha agotado la capacidad de endeudamiento externo del país; estrangulando las posibilidades de financiamiento para nuevas inversiones, además la devaluaciones del peso han provocado que muchas empresas hayan quedado "apalancadas" comprometidas con deuda externa en dólares; lo cual, junto con los controles de precios, ha erosionado fuertemente las posibilidades de las empresas para acumular fondos para nuevas inversiones.

Otro problema grave, derivado de la crisis económica que ha padecido el país, es la carencia de estabilidad a largo plazo de los programas de desarrollo económico y políticas de fomento industrial; pues dichos programas y políticas no han podido tener la continuidad necesaria para la correcta ejecución de los proyectos de inversión de alto riesgo. Esto se debe principalmente a la crisis - pues continuamente hay que cambiar las jerarquías de las prioridades, ejem., desempleo, control de la inflación, contaminación, apoyo a damnificados por catastrofes, apoyo al turismo, adhesión al GATT, apertura a la inversión extranjera, devaluaciones, SAM. etc.

5.4.3 Otros Factores.

Existen una serie de factores que limitan de alguna manera el desarrollo de la industria de la celulosa de bagazo. A continuación enunciaremos algunos.

5.4.3.1. Problemática de la Celulosa de Madera

Aún suponiendo que la industria de celulosa de bagazo lograra consolidarse solucionando sus problemas, será poco lo que lograría expandirse si no se resuelve la problemática de la industria de la celulosa de madera; pues es el ingrediente vertebral de toda formulación fibrosa para elaborar papel, mientras que la celulosa de bagazo y las fibras secundarias son complementarias.

Las inversiones en celulosa de madera acarrearán grandes problemas y riesgos, por la gran inseguridad en el abastecimiento de la madera emanada del régimen de tenencia de la tierra; así como de las restricciones para la explotación de recursos forestales, la necesidad de fuertes erogaciones para la construcción de caminos forestales y patios de almacenamiento.

Esta problemática obliga a la industria papelera a depender de las importaciones de materiales fibrosos lo que lesiona su autonomía.

5.4.3.2 La Médula del Bagazo.

La presencia de la médula o parénquima en el bagazo durante el pulpeo, provoca un consumo de reactivos excesivo durante la cocción, y reduce la calidad de la pulpa; - la cual ocasiona obstáculos de tipo mecánico en la elaboración del papel; lo que hace necesario desmedular el bagazo antes de la cocción. La desmedulación del bagazo incrementa el costo de manufactura de la pulpa, y ocasiona problemas para deshacerse de la médula en las fábricas - que no tienen instalada la unidad desmeduladora en los ingenios, donde es quemada en las calderas junto con el bagazo remanente, por lo que estas fábricas optan por arrojar la médula al drenaje aumentando la contaminación.

Debido a que en México la zafra dura sólo 6 meses, - las fábricas de celulosa almacenan gran cantidad de bagazo durante los períodos de entre zafra para mantener una producción continua, lo cual provoca grandes erogaciones en terreno para el almacenamiento y conlleva un latente riesgo de incendio y de contaminación del bagazo. Tal contaminación aparte de degradar el material, provoca enfermedades que afectan a los trabajadores como la bagazosis.

5.4.3.3 Consumo y Contaminación del Agua.

Las plantas de celulosa requieren enormes cantidades de agua durante el pulpeo, blanqueo y refinamiento de la pulpa. Por lo tanto la planta debe estar instalada en una zona que cuente con un gran suministro de agua limpia

que no exceda en turbiedad las 50 ppm. Lo cual significa - un gran problema debido al continuo desarrollo de las zonas urbanas, ya que el consumo humano y agrícola tienen - prioridad ante el industrial sobre el uso del agua. Las fábricas de pulpa de bagazo consumen cerca de 100 toneladas de agua por una tonelada de pulpa blanqueada y 50 toneladas por tonelada de pulpa café.

Otro gran problema es la contaminación del agua en el efluente, por la carencia de sistemas de recirculación de aguas y recuperación de reactivos eficaces; cuya instalación sólo parece factible en plantas elaboradas de más de 500 ton/día de celulosa. Dichos sistemas requieren de la instalación de grandes calderas, tanques de sedimentación bombas de presión; los que en apariencia, se encuentran fuera del presupuesto en plantas chicas y medianas.

La carencia de sistemas de recuperación en las plantas, ocasiona que se desperdicien reactivos químicos, al desecharlos en el efluente con lo que se aumenta la contaminación del agua, y las protestas de las organizaciones ecológicas y la población.

Las plantas en México, tienen sistemas parciales de recirculación de agua; y controlan el efluente mediante aeración utilizando clarificadores, con lo que se intenta moderar el daño a la ecología. Recomendamos que se estudie profundamente diseños y proyectos de sistemas de re -

cuperación y recirculación de agua, más económicos y eficientes; y que se investigue la aplicación de reactivos - menos nocivos.

5.4.3.4. Desarrollo Urbano.

El continuo desarrollo de los centros urbanos, esta - envolviendo a las zonas y parques industriales, lo que ha provocado el cierre de algunas fábricas consideradas como - altamente contaminantes; por lo que la industria celulose - ra debe pensar en la reubicación de las plantas fuera de - la zonas de alto índice de crecimiento poblacional.

5.4.3.5 Dificultades para la comercialización.

Actualmente, casi la totalidad de la CBB es bombeada directamente a las máquinas de papel de la misma planta; sólo se comercializa una mínima cantidad laminada (empacada) con un 80% de humedad (aprox.), vendiéndose a fábricas cercanas.

Debido a que el agua (humedad) es un lastre que incrementa el costo del flete, la comercialización a gran escala de CBB se ve obstaculizada por la debilidad de las fibras; pues si la CBB se sometiera a un trenado intenso, para laminarse (empacarse) con una humedad tolerable* (considerando los costos del flete), las fibras se degradarían (perderían sus propiedades), además la CBB quedaría muy susceptible a la contaminación por hongos durante el almacenamiento.

Aunque aparentemente las condiciones económicas que prevalecen actualmente en el mercado permitirían una comercialización a escala de la CBB con 80% de humedad; la capacidad instalada ociosa (no utilizada) de la industria de CBB (67,000 ton/año) se conforma de equipo muy deteriorado, y el país no cuenta con recursos económicos para modernizar o ampliar la capacidad instalada actual, debido a que las grandes fluctuaciones de los precios internacionales de los materiales fibrosos, la convierten en una inversión riesgosa.

* Generalmente, la celulosa se comercializa con 10% de humedad.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

De todo lo analizado anteriormente, podemos concluir que la industria nacional de celulosa y papel requiere de nuevas inversiones que incrementen la producción de celulosa, detengan la salida de divisas y conserven la autonomía de la industria respecto al exterior; pues el déficit fibroso en 1987, llegó a 1,248,812 tons., aproximadamente el 44% del consumo total de materiales fibrosos en la industria papelera.

La industria de celulosa de bagazo de caña, cuenta con una demanda potencial adicional de 230,485 ton/año ó 640.24 ton/día; y existen además 10,390,000 ton/año de bagazo de caña que es quemado en los ingenios, susceptible a negociación, con los que se podría fabricar 1,695,000 ton/año de celulosa (4708 ton/día); por lo que una inversión en este sector sería oportuna (factible). De acuerdo a las condiciones actuales de los precios internacionales, dicha inversión resulta rentable; ya que puede venderse a US \$ 600/ton con un costo de manufactura de US \$ 450/ton, teniendo un margen de ganancia de US \$ 150/ton, y una tasa de rentabilidad de 33.3% (antes de impuestos).

Aunque es rentable, el margen de ganancia de la inversión en celulosa de bagazo es bajo en comparación de otro tipo de inversiones, pues los costos fijos son muy grandes (casi el 50% del precio de venta), lo que obliga a trabajar a la planta a su capacidad máxima, para poder generar utilidades; ya que el punto de equilibrio de la inversión es elevado. Además, la industria trabaja (convive)

dentro de un esquema de mercado libre nacional e internacional, con precios internacionales oscilantes.

La celulosa de bagazo de caña es un bien intermedio (materia prima para la industria del papel), complementario de la celulosa de madera; por lo que su desarrollo como industria, dependerá del desarrollo de las industrias del papel y de la celulosa de madera que se anteponen y son rectores de ella.

Por otro lado, existe una gran inestabilidad en las políticas del gobierno, y escasa vigencia de los programas de desarrollo y fomento a la inversión industrial; además, el país atraviesa por una severa crisis económica, en los últimos años su crecimiento ha estado estancado; esto origina en los inversionistas cierta inseguridad en el futuro del país, tanto en su desarrollo económico, como en las políticas que el gobierno va a implantar. Todo lo anterior, da como resultado que la inversión en celulosa de bagazo de caña, sea muy arriesgada.

6.2 RECOMENDACIONES.

6.2.1 Alternativas de Solución.

A continuación, enunciaremos algunos aspectos relacionados con la industria nacional de celulosa de bagazo de caña, que deben ser revisados y estudiados; para encontrar soluciones a la problemática que detiene el crecimiento de este sector.

1.- Debe estudiarse a fondo la tendencia de los precios internacionales de celulosa, mediante un profundo análisis de las estrategias, políticas, necesidades y objetivos de los principales productores y consumidores del mercado internacional de celulosa y papel.

2.- El Estado debe mostrar seriedad y estabilidad a largo plazo, en cuanto a política económica y programas de desarrollo y fomento industrial; considerando cierta apertura en comercio exterior, para situaciones de emergencia.

3.- Deben investigarse aplicaciones industriales no papeleras, para la celulosa de bagazo de caña; como los "derivados de celulosa", que son carboximetil-celulosa, nylon, rayón, nitroglicerina, celofán, etc. También se debe estudiar, el diseño de formulaciones papeleras con mayor cantidad de materiales fibrosos distintos a la celulosa de madera y la posibilidad de exportar celulosa de bagazo de caña.

4.- El bagazo requiere ser desmedulado antes de su cocción como ya se ha mencionado, requiriéndose de un costoso equipo desmedulador. Por lo tanto, recomendamos que se investiguen aplicaciones para la médula, mejores métodos desmeduladores; y sobre todo que se investiguen procesos para la elaboración de la pulpa, que aprovechen el tejido fibroso de la médula, sin mermar la calidad de la pulpa, y sin que aumente el consumo de reactivos.

5.- Como ya hemos mencionado, los costos fijos en la elaboración de celulosa de bagazo alcanzan casi el 50% del precio de venta; por lo tanto, recomendamos estudiar las posibilidades de reducir la inversión en activos, mediante el diseño y construcción de equipo más eficiente y versátil ; que faciliten la operación y el mantenimiento de los mismos y sean económicos.

6.- En México, las plantas de celulosa de bagazo tienen sistemas parciales de recirculación de agua y recuperación de reactivos; lo que ocasiona fuertes erogaciones de reactivos químicos, desperdicio y contaminación del agua ; así como fuertes protestas de la población. Recomendamos que se haga hincapié en este aspecto y se estudie concienzudamente este problema, para obtener diseños y prototipos de sistemas de recuperación de reactivos y recirculación de agua, económicos y realmente eficaces; así como la utilización de reactivos menos nocivos.

7.- Los equipos en la mayor parte de los ingenios azucareros se encuentran bastantes deteriorados, lo que dificulta las negociaciones para enajenar el bagazo, pues hay que modificar casi totalmente el equipo para poder adaptarlo al uso de combustóleo. Por lo que se requiere, que los ingenios den mejor mantenimiento a sus equipos, y que se diseñen equipos más versátiles y eficientes; que permita la enajenación del bagazo por menos combustóleo.

6.2.2 Concertación entre los Sectores Implicados en esta Industria.

La industria papelera en conjunto, requiere actualmente que se incremente la producción nacional de materiales celulósicos; para aumentar la integración a celulosa, y conservar la autonomía respecto al exterior de las industrias de celulosa y papel; y detener la fuga de divisas.

En México, la producción de papeles blancos regula directamente la producción de celulosa de bagazo de caña blanca; ya que no se exporta ni tiene otras aplicaciones. Revisando la situación particular de las empresas papeleiras que utilizan y producen celulosa de bagazo de caña (blanca o semiblanca); vemos que Kimberly Clark de México-S.A. de C.V., es la única empresa que puede pensar en un proyecto de inversión para producir celulosa de bagazo de caña; de acuerdo a sus necesidades de material fibroso en su producción de papel, pues produjo 375,000 toneladas -

de papeles blancos, y sólo 105,000 toneladas de celulosa - de bagazo durante 1987; como puede verse en la tabla (VI -1), relativa a la producción de celulosa (bagazo) y papel por empresas.

En cuanto a la situación de las demás empresas productoras de celulosa de bagazo, la crisis económica nacional las ha afectado; y ninguna de ellas podría justificar una inversión en celulosa de bagazo de caña, de acuerdo a su producción actual de papeles como puede verse en la tabla (VI-1). En el caso de las empresas Fca. de Celulosa el Pilar S.A., y Mexicana de Papel Periódico S.A.; estas se encuentran imposibilitadas de utilizar completamente su capacidad instalada, ya que sus equipos se encuentran muy deteriorados, ante la carencia de recursos económicos suficientes para acondicionarlos (o renovarlos) adecuadamente; con respecto a Productos San Cristobal S.A. de C.V., se puede decir que están en buen estado sus equipos, como para poder utilizar buena parte de su capacidad instalada.

Observando la situación actual de las empresas que producen esta celulosa, y sabiendo que es una inversión de gran riesgo; consideramos como una posible solución para avanzar en la autosuficiencia en celulosa, una gran inversión al volumen de las economías de escala entre el gobierno mexicano, las empresas papeleras y celuloseras, los ingenios azucareros, los madereros y cañeros, y demás sectores implicados; para instalar y poner en operación en los lugares más adecuados, una fábrica de celulosa de madera - fibra larga que produzca 1000 ton/día, y otra que elabore 500 ton/día de celulosa de bagazo de caña; de tal manera -

que cuenten con una mejor tecnología, que permita la instalación de sistemas de recirculación de agua y recuperación de reactivos eficaces.

Para que de resultado este enorme proyecto, debe garantizarse el abasto oportuno de materia prima, la vigencia de políticas y programas de fomento industrial, una muy buena administración de la empresa, y trato justo para todas las partes interesadas, sin discriminaciones o favoritismos.

TABLA (VI-1) Producción y Capacidad Instalada de Celulosa (Bagazo) y Papel por Empresa en 1987; (Ton).

Empresa	Producción	Capacidad Instalada	Producción	Capacidad Instalada
	Celulosa	Celulosa	Papel	Papel
Kimberly Clark de México S.A. de C.V.	105,000	117,000	375,000	420,000
Productos San Cristóbal S.A. de C.V.	56,000	75,000	98,000	120,000
Mexicana de Papel Periódico S.A.	49,000	75,000	85,000	100,000
Fca. de Celulosa el Pilar S.A.	15,000	30,000	19,000	47,000

NOTA.- La producción y capacidad instalada de papel asignada a la Fábrica de Celulosa el Pilar, S.A., corresponde en realidad a las empresas; Fca. de Papel de Coyoacán, S.A., y Fca. de Papel México S.A.; quiénes son sus filiales.

Fuente: C.N.I.C.P.

B I B L I O G R A F I A

- Azúcar, S.A.: Contrato de compra-venta de bagazo de caña-entre ingenios azucareros y empresas celuloseras, México (1987).
- : Manual azucarero, México (1988).
- Baca, U.G.: Evaluación de proyectos, Mc Graw Hill, México (1988).
- Banco de México.: Informe anual (anuario), México (1988).
- C.N.I.C.P.: Memoria Estadística, México (1988).
- : Directorio de socios, México (1988).
- Gasey, J.P.: Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, John Wiley & Sons, USA (1980).
- C.I.T. (UNAM-FONEP): IV Curso sobre evaluación de proyectos de preinversión, México (1986).
- Gremler, H.: Art. "Preparação de bagaco como materia prima da calulose", Revista O' Papel, Brasil, marzo (1969).
- I.N.E.G.I.: Anuario estadístico de comercio exterior, México 1988. Sistema de cuentas nacional de México (1980-1988).
- Libby, C.E.: Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel, - CECSA, México (1983).
- Misra, D.K. : Art. "Rice straw and reeds" Revista Pulp & Paper International, USA, junio (1964).

- Manohar Rao, P.J.: Art. "Bagasse-the premising raw mate -
rial for the paper industry" Revista IPPTA, India
marzo (1983).
- Pareja, H. E.: Art. "comparación de costos de producción
en diferentes procesos de celulosa y papel", Re -
vista ATCP, México, marzo-abril (1979).
- Paul, B.B.: Art. "Prospects and economics of utilization
of bagasse as raw material for pulp and paper in -
dustries in India", Revista IPPTA, India, julio -
(1970).
- Rodríguez, J.J.: Art. "Almacenamiento, desmedulado, trans -
porte y precio del bagazo", Revista ITP, México ,
octubre (1971).
- Upadhyay, A.R.: Art. "Manufacture of paper from sugar ca -
ne bagasse", Revista IPPTA, India, junio (1969).
- Zegarra, J.R. : Art. "Futuras tendencias en la producción
de pulpa de bagazo", Revista ATCP, México, julio -
agosto (1982).
- : Art. "Metodo para el blanqueo de pulpas -
de bagazo", Revista ATCP, México, nov.-dic. (1983).
- : Art. "Almacenamiento del bagazo", Revista
ATCP, México, sept.-oct. (1984).
- : Art. "Perspectivas del aprovechamiento -
del bagazo de la caña de azúcar", Revista técnica
azucarero, México, abril-junio (1978).