



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO.

~~TRABAJO DE PROYECTO~~ INVESTIGACIÓN PARA LA OPCI~~ÓN~~ON DE TITULACI~~ÓN~~ON

~~“EXTRACCIÓN DE FIBRA CELULÓSICA RECICLADA OBTENIDA A PARTIR DE HOJAS DE
MAÍZ RECUPERADA”~~

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
“INGENIERO QUÍMICO”

REALIZADO POR:

MARÍA GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBAR

ASESOR:

I.Q. ALBERTO COCOM CELAYA

ESTADO DE MÉXICO.

OCTUBRE 2022

Con formato: Fuente: Negrita

Con formato: Fuente: Negrita

Con formato: Fuente: Negrita



Agradecimientos

Después de estos años ah concluido esta etapa en lo que va mi vida, pero también es el comienzo de muchas cosas, quiero extender un profundo acrecimiento primordialmente a mi casa de estudios el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco por darme la oportunidad de formarme como profesional en lo que tanto me apasiona, gracias al profesor Alberto Cocom C. por ser parte de este proceso desde el primer dia que me impartió clases, estoy segura que sus conocimientos y sus consejos quedan mas que presentes para la vida profesional que me espera. Gracias a mis padres por su profundo apoyo y sacrificios que hicieron para que esto fuera posible; a mi padre por sus consejos de vida y apoyo incondicional, a mi madre por alentarme a querer ser mejor cada vez y no desertar en el camino.

Gracias a mis compañeros y ahora colegas que estuvieron en el camino y que con ellos ahora comparto una verdadera amistad.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de la fibra vegetal obtenida de hojas de maíz recuperadas y saber si puede ser ~~incorporada~~ al proceso convencional de reciclaje de papel, para así lograr optimizar un proceso productivo, disminuyendo gastos en energía, y minimizando la generación de subproductos contaminantes, logrando obtener un producto amigable con el medio ambiente y con mejores ~~propiedades~~ cualidades físicas que los productos existentes actualmente.

Según la literatura citada, es posible obtener fibras vegetales de diversas especies que puedan ser incorporadas al proceso de reciclaje de papel. Se utilizará como materia prima la fibra extraída de las hojas de maíz usadas en la elaboración de tamales, bagazo de caña de azúcar, fibras de la especie *Ricinus communis* L. (ricino) y *A. salmiana* (agave).

~~Es posible~~ Se puede optimizar el actual proceso productivo de reciclaje de papel implementado fibras vegetales para obtener un producto de mejores cualidades, generando una reducción en el impacto ambiental y minimizando la energía utilizada.

Con formato: Fuente: 12 pto

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



Índice

Con formato: Título 1

Índice

Agradecimientos	2
Resumen	3
Índice.....	4
Capítulo 1	65
Introducción	65
Justificación	75
Problemática	75
Antecedentes	86



Objetivos	97
General:.....	97
Específicos:.....	97
Alcances	97
Limitaciones	97
Impactos esperados y viabilidad	97
Capítulo 2	128
Marco Teórico	128
Capítulo 3	149
Metodología.....	149
Capítulo 4	2247
Resultados.....	2247
Conclusiones	2621
Competencias desarrolladas.....	2722
Referencias.....	2823
Anexos.....	2924



TESCO
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COAHUILA DE MATAMOROS



TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Capítulo 1

Introducción

El papel es uno de los materiales que mejor combina dos cualidades humanas: la inteligencia y la comunicación. Con el papel podemos difundir la ciencia, la literatura, la historia, el arte, la geografía, etc. En la antigüedad se extendió desde China (origen de su uso) hasta Persia, Siria y Egipto, y poco a poco se hizo común en los países mediterráneos. Durante la Edad Media, su uso se generalizó en misales, documentos y correspondencia relacionados con la iglesia, mientras que las innovaciones tecnológicas de los siglos XIII y XIV finalmente lo consolidaron. Pero no hay duda de que la llegada de la imprenta supuso la gran revolución y el logro más importante en la historia de este material. Desde la Revolución Industrial, la gente comenzó a fabricar papel a partir de fibras de celulosa a partir de madera y agua, lo que permitió que la producción cumpliera con la creciente demanda. A finales del siglo XVIII y primeras décadas del XIX, la industria papelera dio grandes pasos en la mecanización de la producción de celulosa y la producción continua de papel. La aplicación de estas innovaciones ha reducido significativamente el precio del papel, lo que contribuye a su desarrollo como producto de consumo masivo. Es un material natural, reutilizable, reciclable y cada vez más versátil y adaptable a las necesidades cambiantes de las personas.[1]

~~El papel es uno de los materiales que mejor sintetizan dos de las cualidades que nos diferencian como~~

Justificación

La demanda del papel cada vez es mayor, pero trae consigo un gran impacto ambiental, por lo cual es necesario desarrollar técnicas e innovaciones que reduzcan dicho impacto. La implementación de fibras vegetales en el proceso de reciclaje es una buena alternativa ya que disminuye la tala de árboles, reduce el consumo de energía y de agua. En Coahuila y sus alrededores se generan desechos de los cuales se pueden extraer fibras vegetales que sirvan como materia prima para nuestro proceso de producción. Por ello es necesario el diseño de tal proceso el cual va encaminado a la gestión ambiental. Se implementarán nuevas tecnologías de blanqueo totalmente libres de cloro, que sean eficientes y ecológicamente responsables.

Con formato: Fuente: 12 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, 12 pto

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



Problemática

La elaboración del papel ha generado diversos problemas ambientales debido a la deforestación y tala inmoderada en diferentes zonas, así como contaminación debido al uso de solventes químicos durante el proceso de producción. El papel reciclado que se genera actualmente no cuenta con propiedades físicas que lo vuelvan resistente y duradero, para ello, la implementación de fibras vegetales representa una alternativa viable para generar un producto de mayor calidad y amigable con el medio ambiente. La incorporación de las fibras secundarias al proceso de fabricación del papel es una estrategia que se ha venido utilizando desde hace décadas. La información referente a la reutilización de papel reciclado data del siglo XVII en [Dinamarca](#). La utilización de fibras secundarias como es el caso del papel desperdicio, se ha convertido para la industria papelera en una de las mejores opciones de materia prima, ya que el material reciclado es más barato que el original, se reducen los costos de manufactura y se disminuye el impacto ambiental, preservando cada vez más los recursos forestales y contribuyendo con la acumulación ó eliminación de basuras

Antecedentes

Actualmente, debido a la gran demanda que genera el consumo de papel, muchas personas se han dado a la tarea de investigar y desarrollar técnicas de producción de papel que sean responsables con el medio ambiente y las cuales resulten más económicas. La implementación de fibras vegetales, así como el análisis de diferentes solventes químicos que pueden ser utilizados en la producción de papel reciclado, es un tema que ha sido analizado por diversos autores e instituciones.

Una tesis de grado publicada por los alumnos León Nieto Cindy M. y Fuentes Medina Enrique M. pertenecientes a la Universidad de Cartagena, realizaron un trabajo donde se habla acerca del diseño de un proceso de reciclaje de papel ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno, en éste, se plantearon cuantificar el consumo de papel en su localidad (Cartagena), para así, poder realizar un proceso de reciclaje a escala, el cual les generaría un producto con un 80% de blancura. Al finalizar la investigación concluyeron que, efectivamente, el peróxido de hidrogeno puede funcionar



como un agente blanqueador, sin embargo, no es aceptable para las diferentes aplicaciones que se le pueden dar al papel reciclado. [4]

La extracción e implementación de fibras vegetales de distintas especies ha dado paso a una gran cantidad de investigaciones. Como ejemplo de ello, un artículo publicado en la Revista Mexicana de Ciencias Forestales, realizado por Escoto García Teófilo, Murillo Vázquez Rosa N., Rodríguez Rivas Antonio, Anzaldo Hernández José y Rivera Prado Jesús, el cual habla acerca de la obtención de celulosa blanqueada de *Ricinus communis* L. mezclada con fibra industrial para fabricar papel bond. Los resultados arrojados por esta investigación fueron que la fibra extraída de la especie *Ricinus communis* requieren menor energía para la producción de papel e igualmente presentan características similares a los obtenidos mediante la producción convencional.

Diversos trabajos avalan la posibilidad de innovar las técnicas de reciclaje y producción de papel para poder generar productos con un menor impacto ecológico, así como una reducción de costos debido a una disminución en la energía requerida durante los procesos productivos.

Objetivos

General:

Extraer fibra celulósica de las hojas de maíz en un proceso a escala de laboratorio para la fabricación de papel reciclado ecológico, usando peróxido de hidrógeno como agente blanqueador.

Específicos:

1. Determinar la cantidad de peróxido de hidrógeno ideal en el proceso-.
2. Realizar el diseño del proceso e identificar las variables más relevantes que intervienen en él.
3. Analizar si las fibras se pueden implementar en el proceso de reciclaje de papel y sus propiedades físico-mecánicas.



Alcances

- 1- El proyecto puede abarcar una extensa diversidad de fibras vegetales.
- 2- Las diferentes fibras tienen cierta resistencia y eso nos genera variedad de tipos de papel.

Limitaciones

- 1- El periodo de tiempo con respecto al secado y blanqueamiento.
- 2- El nivel de aceptación del mercado dependiendo del uso que se genere.
- 3- Falta de actualizaciones de las empresas dedicadas al rubro del reciclaje.

Impactos esperados y viabilidad

El impacto primordial que se espera de este proyecto es medioambiental e innovador respecto a la nueva tecnología que le adjudicamos al proceso “clásico” de reciclaje. “Aunque no lo parezca, los impactos medioambientales del papel sobre el planeta por su utilización de forma poco coherente en realidad están causando unos efectos negativos en la naturaleza principalmente derivados de las grandes cantidades de celulosa (materia que proviene de los árboles) que se necesita para su fabricación. Aunque nos parezca pequeña esa delgada lámina elaborada a partir de pulpa de celulosa, su importancia a nivel estatal e internacional es enorme desde una perspectiva medioambiental.

Con esto esperamos que tenga viabilidad en el reciclaje industrial. Además, es necesario mencionar que el reciclaje tiene diferentes ventajas tanto para la industria como para la humanidad y el planeta.

Ventajas del reciclaje industrial

El reciclaje industrial tiene gran cantidad de ventajas, las cuales pueden ser clasificadas según el beneficiario directo.

- Para las industrias

Las organizaciones tienen diferentes ventajas al realizar reciclaje industrial:

- 1- Minimizan los costos de la materia prima al reutilizar productos que han sido desechados.
- 2- Reducen los costos de producción al no tener que invertir en la consecución de productos desde cero.



- 3- Tiene un papel activo en la minimización de la contaminación ambiental.
- 4- Se aprovechan recursos más de una vez, de esta forma nos evitamos que se generen labores que se consiguen en la materia prima cuando esta escasea.
- 5- Minimizar la emisión de CO₂ durante todo el proceso de fabricación.
- 6- Disminución de la producción de desechos industriales.

- Para el planeta

Para el planeta Tierra el reciclaje es clave, ya que depende de su supervivencia en el futuro, además de:

- 1- Evitarse la reducción de desechos contaminantes en el medioambiente.
 - 2- Evita la explotación masiva de recursos ambientales, al darle una nueva utilidad a los productos que ya se encuentran procesados y que han sido desechados después de su uso.
- Para la humanidad
- 1- Aprendizaje clave para futuras generaciones.
 - 2- Minimizar los costos de adquisición de productos, en vista de que estos se consiguen a partir del reciclaje.
 - 3- Posibilidad de disfrutar de una economía sustentable y menos contaminante.



Capítulo 2

Comentado [JG3]: Iniciar los capítulos en página nueva

Marco Teórico

El papel reciclado es un tipo de papel que se produce a partir de papel usado o residuos de papel. Las fibras vegetales son un componente importante en la producción de papel reciclado. El marco teórico para el uso de fibras vegetales en la producción de papel reciclado se centra en la selección de las fibras adecuadas y en la optimización del proceso de producción para garantizar la calidad del papel.

Las fibras vegetales son un material recurrente en la fabricación de papel, especialmente en la elaboración de papel reciclado. Algunas de las fibras vegetales más utilizadas en la producción de papel son las fibras provenientes de la madera, del algodón y de plantas como el lino, el bambú y el sisal. Cada una de estas fibras poseen características específicas que las hacen adecuadas para su uso en diferentes tipos de papel. Por ejemplo, la fibra de madera es la más utilizada en la producción de papel convencional debido a su bajo costo y su disponibilidad.

El papel reciclado tiene muchos beneficios ambientales. Al reciclar papel se preservan árboles y bosques, ya que cada tonelada de papel reciclado salva aproximadamente 17 árboles. Además, el papel reciclado sirve como un recurso ecológico para los fabricantes de papel, ahorrando costos y energía. El reciclaje de papel también reduce los impactos ambientales durante la fabricación, como el uso de energía, la contaminación del aire, agua y los desechos sólidos.

En resumen, el uso de papel reciclado es una forma efectiva de reducir la tala de árboles y los impactos ambientales asociados con la producción de papel.

El reciclaje tiene muchos beneficios para el medio ambiente y la sociedad. Algunos de los beneficios más importantes del reciclaje son:

- Ahorro de energía: El reciclaje de materiales requiere menos energía que la producción de nuevos materiales a partir de recursos naturales.
- Preservación de recursos naturales: El reciclaje ayuda a conservar los recursos naturales al reducir la necesidad de extraer y procesar nuevos materiales.
- Reducción de la contaminación: El reciclaje reduce la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y reduce la contaminación del aire, el agua y el suelo.
- Reducción de costos: El reciclaje puede reducir los costos asociados con la eliminación de residuos y la producción de nuevos materiales.

El reciclaje es una práctica importante que puede ayudar a proteger el medio ambiente y reducir los impactos negativos asociados con la producción y eliminación de residuos.



TESCo
TECNOLOGICO
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
DE COAHUILA



TECNM
TECNOLOGICO NACIONAL DE
MEXICO



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Las hojas de maíz se pueden utilizar para producir papel reciclado. En un proceso amigable con el ambiente, las hojas de maíz y de plátano se mezclan con papel reciclado para obtener un cartón de características propias. Además, se ha investigado la elaboración de papel biodegradable a partir de hojas de maíz blanco.

El proceso para elaborar papel reciclado con hojas de maíz es similar al proceso para elaborar papel reciclado con otros materiales. Primero, las hojas de maíz se rompen y se licúan con un poco de agua para obtener la pulpa. Luego, se llena una tina con agua y se vierte la pulpa de papel. [4]



Capítulo 3

Metodología

Se realizó una investigación sobre los diferentes procesos manejados en la industria papelera existente basado en el diseño de este proceso de papel reciclado ecológico. La investigación fue cuantitativa de tipo experimental y el proceso se realizó diseñado a escala laboratorio en el cual se determinó la cantidad óptima de peróxido de hidrógeno.

Nuestra investigación inició con la búsqueda de información relacionada en páginas de internet, revistas online y tesis sobre la incorporación de fibras vegetales para la producción de papel ecológico. La materia prima que escogimos para extraer nuestra fibra fueron las hojas de maíz utilizadas para hacer tamales, las mismas que se utilizan una vez y son desechadas. Acudimos con las personas de puestos aledaños al tecnológico y nos proporcionaron gratis las hojas que para los vendedores sería “basura”. Estas mismas fueron lavadas con agua purificada y posteriormente secadas a luz de sol por 48 hrs, una vez secas las comenzamos a triturar manualmente hasta obtener trozos no mayores a 2mm de diámetro (véase imagen), se obtuvo 500gr de las mismas.

Las variables de estudio son

- Tiempo
- Calibre
- Opacidad
- Gramaje
- Blancura

Metodología experimental para la extracción de fibra vegetal de hoja de maíz.

Tabla N° 1

Materiales, equipos y reactivos ocupados en el laboratorio.

Materiales	Equipo	Reactivos
Matraz Aforado 500ml (2)	Tipie	NaOH 0.5 molar
Vaso de precipitados 1LT(1)	Baño maría	H ₂ O ₂ purificado al 30%
Parafilm	Balanza granataria	Agua destilada
Envase de vidrio	Agitador magnético	
tamiz	Termómetro	
Filtro		
Papel filtro		



ELABORACION PROPIA

Se realizó la preparación de la disolución de NaOH para los 500gr de hojas ya trituradas

$$\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square \rightarrow \square\square\square\square\square\square\square\square(\square) = \frac{\square\square\square\square(\square)}{\square\square * \square\square} \rightarrow \square = \square * \square\square * \square\square\square$$

Donde:

masa=?

VOL=1Lt

$$\text{PM de NaOH} = \frac{40 \square \square}{\square \square \square}$$

Molaridad=0.5 concentración molar del NaOH

$$\square\square\square\square = 0.5\square * \frac{40\square\square}{\square\square\square} * 1\square\square = 240\square\square\square\square\square\square\square\square$$

Comentado [JG4]: Revisar el cálculo $0.5 \cdot 40 = 20$

- Pesamos 10 gr de NaOH en la balanza analítica para cada matraz aforado.
- Se hizo la disolución en cada -el matraz aforado.
- Vaciamos el contenido de los 2 matraces en el vaso de pp de 1tl.
- El vaso de pp se coloca en el agitador magnético, se dejó 25 min aproximadamente.

- **Procedimiento:**

A ~~continuación~~continuación, se describe cómo se llevó a cabo cada una de las etapas del procedimiento

Primero trituramos la hoja de maíz una vez lavada y secada a luz del sol ~~directo~~. Se pesaron en el laboratorio.



FIG 1y 2

FIBRA TRITURADA Y PESADA

FIGURA 1



Nota: Elaboración propia

FIGURA 2



Nota: Elaboración propia

Se separó la disolución de NaOH en dos matraces aforados de 500 ml cada uno, una vez eso se agregó toda la solución en un matraz de 1lt y se colocó en el agitador magnético para una mejor disolución. Posterior se calentó a baño maria la solución de 1 lt a 90°C y poco a poco se agregó la fibra triturada hasta lograr los 90°C controlando la temperatura durante 1 hr.

FIG 2

SE AGREGARON LOS 250GR A CADA MATRAZ



TESCO
TECNOLÓGICO
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
DE COAHUILA



TECNM
TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



Nota: Elaboración propia

FIG 3

AMBOS MATRACES SE COLOCARON AL BAÑO MARIA POR 1HR A 90°C



Nota:Elaboración propia

Después de dejar pasar la hora se separaron en un envase de vidrio y se quedaron en ~~repose~~ ~~72repose -hrs72 -enhrs en~~ el laboratorio sin presencia de oxígeno.

FIG 4

MUESTRA DE LA SOLUCIÓN CON LA FIBRA.

Comentado [JG5]: Utilizar el mismo formato para descripción de las figuras



Nota: Elaboración propia

El siguiente paso del proceso consta en el lavado de la fibra después del reposo de ~~las 72~~ **las 72 horas** para después ~~Se procedió a~~ **Se procedió a** eliminar los restos de la ~~solución~~ **solución** con agua destilada varias veces hasta que el agua dejara de salir de color amarillo como se muestra en las siguientes ~~imagenes~~ **imágenes**.

FIG 5 Y 6

Blanqueo con peróxido de hidrogeno al 30%

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1, Resaltar

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1, Resaltar

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1, Resaltar

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Comentado [JG6]: En todo el texto hacer una revisión de la ortografía y redacción.

Comentado [f7R6]:

Comentado [f8R6]:

Con formato: Color de fuente: Texto 1, Resaltar

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1, Resaltar

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1



Nota: Elaboración propia

El blanqueo es el proceso que sigue, se sometieron las dos muestras al proceso de blanqueamiento utilizando el peróxido de hidrógeno con la concentración del 30%, esto se dejó actuar durante 24 hrs.

Pasando este tiempo se removió el peróxido de hidrógeno dejando la pulpa, posterior se utiliza un tamiz para poder extraer la mayor parte de la fibra, una vez que se obtuvo la pulpa se vuelve a enjuagar con agua ~~destilada. El destilada. El~~ moldeado es nuestro paso siguiente, se moldeó en un bastidor circular de 20 cm ~~de diámetro. Se diámetro. Se~~ premo la mezcla con una prensa pequeña de acero inoxidable durante 24 hrs hasta que quedó de la siguiente manera como se muestra en la ~~imagen #7.~~

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Luego del prensado se dejó secar el papel a temperatura ambiente durante 96 hrs.

FIG 7.
MUESTRA FINAL DEL SECADO DE LA PULPA



TESCO
TECNOLÓGICO
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
DE COAHUILA



TECNM
TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



Nota:
Elaboración propia



TESCO
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COAHUILA DE MATAMOROS



TECNM
TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO

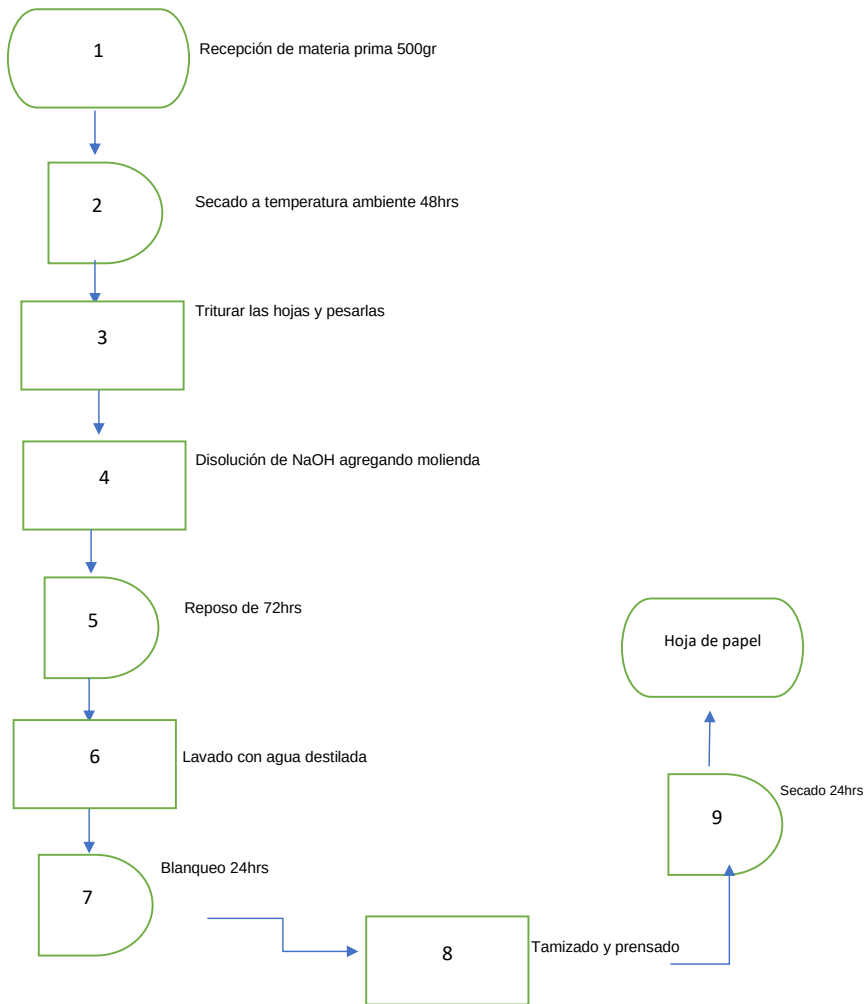


SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



**GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO**

Diagrama de flujo para la elaboración de papel.



Con formato: Derecha

Nota: Elaboración propia



Capítulo 4

Resultados

Caracterización de la hoja

En esta parte del trabajo se determinaron las propiedades físicas más importantes del papel obtenido en este diseño del proceso. Las propiedades físicas que se realizaron fueron las siguientes.

➤ Blancura

Cuando se trata de medir la blancura, se mide la reflectancia a una longitud de onda de 475 nm, que corresponde al color azul del espectro, el valor contenido es en brightness.

La blancura del papel se mide a través del índice CIE en %. Cuando mayor sea el índice, más blanco es el papel. En inglés se denomina brightness.

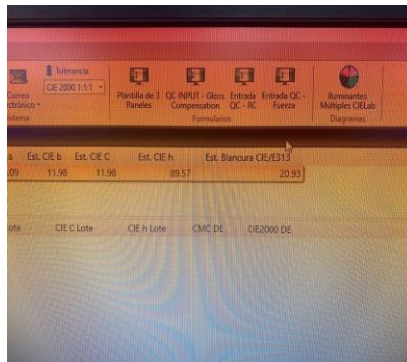
El resultado de la blancura en nuestro papel dio el siguiente resultado.

Comentado [JG9]: Además del índice de blancura que menciona, hay otros valores de a, b H y C, ¿a qué se refiere con esos valores presentados en la figura?

FIG 8 Y 9
RESULTADOS DE BLANCURA EN EL ESPECTRO



Nota: Elaboración propia



Nota: Elaboración propia

Dio un resultado de **20.93%** de blancura

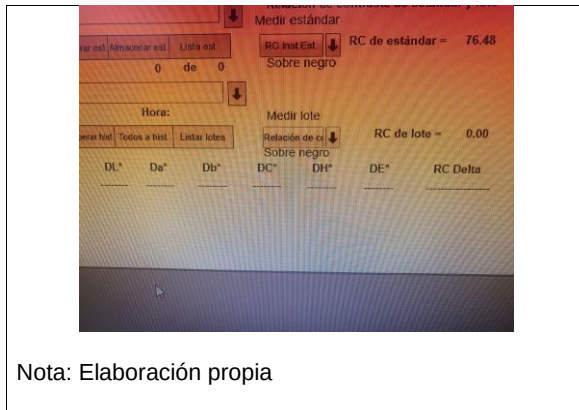
➤ Opacidad



La opacidad es una propiedad del papel que consiste en la cantidad de luz que incide sobre un papel, un porcentaje de luz se absorbe, otro se refleja y el resto atraviesa el papel. Es la capacidad de absorber y dispersar la luz.

En nuestro papel pudimos apreciar que la opacidad esta en un valor de **76.48%**, lo que nos indica que tiene un buen porcentaje de absorber y dispersar luz.

FIG 10
RESULTADOS DE OPACIDAD EN EL ESPECTRO



➤ Calibre

Este se mide en función de la distancia que hay entre las dos caras de una misma hoja, como si trazáramos una línea vertical entre ambas y la midiéramos. Influye, por tanto, los materiales que se han empleado para elaborar dicho papel, así como también el aire o espacios que pueda haber entre él. El concepto de calibre del papel es igual que el grosor, se trata de otra forma de referirse a lo mismo.

Es la distancia perpendicular entre las 2 caras de una hoja de papel (cada tipo de papel tiene un espesor determinado). Aunque dos papeles tengan el mismo gramaje, no necesariamente presentan el mismo espesor.

Este se mide en micras (milésimas de pulgada), así, un cartón Calibre 12 tendrá un espesor de 12 milésimas de pulgada (0.305 milímetros).

El calibre del papel que obtuvimos fue de un 100% de fibra celulósica, de acuerdo a un promedio obtuvimos un calibre de 0.61577 in, lo que nos indica que el papel es más grueso que un cartón,



TESCO
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COAHUILA DE MATAMOROS



TECNM
MEXICO



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

aunque esto se puede corregir teniendo una prensa mucho más grande, es una propiedad que depende de nuestra cantidad de fibra.

FIG 11

RESULTADOS DE CALIBRE EN EL MICROMETRO



Nota: Elaboración propia

> Gramaje

El gramaje del papel se refiere al peso **del grosor** del papel por unidad de área. Es una medida que indica la densidad del papel y se expresa generalmente en gramos por metro cuadrado (g/m^2). *Cuanto mayor sea el valor del gramaje, más pesado y grueso será el papel.* [8]

El gramaje es importante porque influye en las características físicas y su uso adecuado en diferentes aplicaciones.[7]

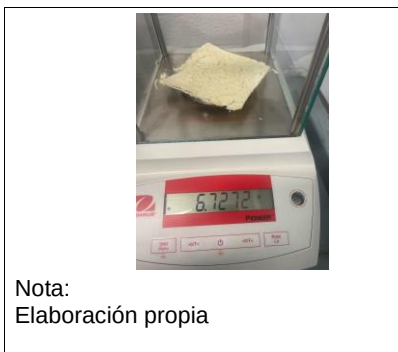
Esta propiedad puede variar ampliamente según el tipo de papel y su propósito o una tarea específica. De acuerdo a nuestros resultados hasta el momento y las características que va adoptando el proyecto va dirigido hacia un tipo de papel para embalaje como el papel **kraft**.

El gramaje que obtuvimos fue el que se apreciaba en la imagen.

Comentado [JG10]: Revisar el concepto, lo que describe es un poco confuso



FIG 12
RESULTADOS DE GRAMAJE EN LA BALANZA ANALITICA



Impacto ambiental

De acuerdo a nuestro objetivo general, el impacto ~~principal~~ [principal en](#) el que se desarrolló el proyecto fue en el reciclaje de un residuo orgánico que comúnmente la humanidad no le da importancia y desconoce el impacto que tiene para una segunda oportunidad en la industria papelera. Esta técnica es el **“Reciclaje de residuos orgánicos”**

Son todo desecho o residuo de origen vegetal y/o animal, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo y que es susceptible de degradarse biológicamente. Desde una perspectiva de la gestión de residuos domésticos, pueden dividirse en:

Fracción orgánica (FO): formada por restos de la preparación de la comida o manipulación y elaboración de los productos alimentarios

Fracción vegetal (FV): formada por restos vegetales de pequeño tamaño y de tipo no leñoso procedentes de jardinería y poda

Poda: formada por restos vegetales de jardinería y poda de mayor tamaño y de tipo leñoso

Según datos de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2017) la generación total anual de residuos orgánicos en México es de 327.3 millones de toneladas, de los cuales, solo el 7% es aprovechada por medio de actividades como digestión anaerobia y compostaje industrial (CCA, 2017).



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

En nuestro país los problemas derivados del manejo de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y en particular con los RO (Residuos Orgánicos) se originan desde la carente separación de estos. De acuerdo con el censo publicado por INEGI en 2019 del 100% de los RSU colectados a nivel nacional, el 88% correspondió a recolección no selectiva y el 12% a recolección selectiva (es decir, a la separación de los RSU en orgánicos e inorgánicos). Las entidades federativas que reportaron la mayor cantidad promedio diaria de residuos recolectados de manera selectiva fueron Ciudad de México (81%), México (10%), Guanajuato (3%) y Veracruz (2%).

En ese sentido, la disposición final de los residuos orgánicos a través de estas prácticas tradicionales conlleva un impacto social, económico y ambiental. Ya que, ante la ausencia de algún tipo de tratamiento su descomposición produce gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global (Lu et al., 2009; Modupe et al., 2018). Ante lo anterior, el desarrollo de métodos adecuados para la gestión de este tipo de residuos implicaría un costo menor comparado con la remediación de los problemas que pueden surgir de mantener las prácticas tradicionales (Kaza et al., 2018). [8]

Conclusiones

1. Después de realizar la experimentación en base a la investigación fue posible el diseño de un proceso a escala laboratorio para la extracción de fibra celulósica reciclada.
2. Dentro de las variables que se estudiaron nos dimos cuenta que la disolución de NaOH fue la más conveniente para la blancura y opacidad que se esperaba. El NaOH fue base fundamental para el blanqueamiento debido a que es un menos agresivo que el blanqueamiento convencional con dióxido de cloro o hipoclorito. ¿Qué tuvo que ver el NaOH para beneficiar la blancura y opacidad?
3. El gramaje y el calibre no fueron los resultados más esperados ya que el uso de la prensa no tuvo la fuerza suficiente para que estas propiedades tuvieran un mejor resultado, es deseable tener una prensa hidráulica manual para mejores resultados.

3. De acuerdo con los objetivos, ¿qué concluye?

4. Determinar la cantidad de peróxido de hidrógeno ideal en el proceso. La cantidad de peróxido de acuerdo a la cantidad de pulpa fue convencional ya que solo fue a escala laboratorio, aunque esto a nivel industrial representa una mejor calidad y reduce costos.
5. Realizar el diseño del proceso e identificar las variables más relevantes que intervienen en él. Las variables más importantes en el proceso fue el tiempo, opacidad y blancura porque son variables que dependen de las cantidades de los reactivos que se utilizan.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Esquema numerado + Nivel: 1 +
Estilo de numeración: 1, 2, 3, ... + Iniciar en: 1 + Alineación:
Izquierda + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm



TESCO
TECNOLÓGICO
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
DE COAHUILA



TECNM
TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

6. Analizar si las fibras se pueden implementar en el proceso de reciclaje de papel y sus propiedades físico-mecánicas Los resultados de las pruebas físico-mecánicas no fueron las más esperadas debido al tipo de prensa que se utilizó, se recomienda utilizar una prensa de tipo industrial con mayor peso del que usamos en este proyecto.

Competencias desarrolladas

Las competencias aplicadas de acuerdo al perfil de egreso en el proyecto fueron las siguientes.

- Diseña, selecciona, opera, optimiza y controla procesos en industrias químicas y de servicios con base en el desarrollo tecnológico de acuerdo a las normas de higiene y seguridad, de manera sustentable
- Planea e implementa sistemas de gestión de calidad, ambiental e higiene y seguridad en los diferentes sectores, conforme a las normas nacionales e internacionales
- Realiza innovación y adaptación de tecnología en procesos aplicando la metodología científica, con respeto a la propiedad intelectual.



Referencias

- [1] Turner S.(2017, Octubre 6). Breve Historia del papel.
<http://iconio.com/ABCD/B/pdf/papel.pdf>
- [2] Alexandratos N. *Agricultura mundial hacia el año 2010*. 1995, pp. 241-243.
- [3] Parra, N., Villar, P., Rodríguez A., (3, diciembre, 2010) *Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías*. *Acta artesania. Acta* Universitaria, vol. 20, núm. 3, pp. 77-83
Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.
- [4] León Nieto C. M., Fuentes Medina E. M. (2019), Universidad de Cartagena facultad de ingeniería programa de ingeniería química Cartagena de indias, *Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno*. [Archivo PDF] recuperado de
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/112/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- [5] D. Aliaga Baquero C., (15 de Abril de 2010). *Tecnologías para la producción de papel a partir de residuos agrícolas y plantas anuales*. Instituto tecnológico del embalaje, transporte y logística (ITENE). Easyfairs Barcelona.
- [6] XXI concurso universitario feria de las ciencias, la tecnología y la innovación. *Obtención de papel a partir del reuso de hojas de tamal*.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ovacen.com/impacto-medioambiental-papel/#:~:text=Fabricar%20hojas%20recicladas%20requiere%20la,las%205%20vidas%20del%20papel.>

- [7]Carnero D., (2022,Julio 22),Gramaje del [papel,grosorpapel. grosor](https://www.cevagraf.coop/blog/gramaje-grosor-mano-del-papel/) y mano. Recuperado de <https://www.cevagraf.coop/blog/gramaje-grosor-mano-del-papel/>
- [8]Anda-Trasviña A.,García-Galindo,A.,Peña-Castañón,J.,2021.Residuos orgánicos: ¿basura o recurso? Recursos Naturales y Sociedad, 2021. Vol. 7 (3): 19-42. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0004>

Anexos

Normas mexicanas que rigen en la industria papelera para la implementación de celulosa en el reciclaje de papel.

NORMA MEXICANA NMX-N-107-SCFI-2010 INDUSTRIAS DE CELULOSA Y PAPEL – CONTENIDO MÍNIMO DE FIBRA RECICLADA DE PAPEL PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL PERIÓDICO, PAPEL PARA BOLSAS Y ENVOLTURAS, PAPEL PARA SACOS, CARTONCILLO, CAJAS CORRUGADAS Y CAJAS DE FIBRA SÓLIDA – ESPECIFICACIONES, EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD Y ECO-ETIQUETADO.

IMAGEN 1 NORMA MEXICANA NMX-N-107-SCFI-2010



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



NMX-N-107-SCFI-2010
4/16

3.6 Dictamen:

Documento que emite la PROFEPA o la Unidad de Verificación en donde se hace constar el cumplimiento de esta Norma.

3.7 Eco-etiqueta:

Marca o sello que identifica a un producto y/u organización que cumple los requisitos de esta norma ambiental y cuya conformidad ha sido verificada por un organismo independiente. (Ver APÉNDICE A. MARIPOSA MONARCA)

3.8 Fibra reciclada:

Materia celulósica obtenida a partir de materia prima recuperada, cuyo propietario o poseedor desecha, que es susceptible de ser valorizada evitando su disposición final, siempre y cuando esta disposición final favorezca un ahorro de energía, de materias primas o de ambos, sin perjuicio para la salud, los ecosistemas y sus elementos.

3.9 Información confidencial:

Aquella poseída o utilizada por la empresa o el organismo verificador, incluyendo de manera enunciativa más no limitativa, secretos comerciales, registros de compras y de ventas, listas de precios, y en general, cualquier otra información o datos relativos a los indicadores de la empresa y cuya divulgación ocasionaría un daño a la posición competitiva de la misma.

Lo descrito en el párrafo anterior no aplicará en los siguientes casos:

- Cuando la información que se proporcione al organismo verificador haya estado o esté disponible al público en general; y
- Cuando la Compañía lo autorice previamente y por escrito.



NOTA: Según la **NMX-N-107-SCFI-2010** en el punto 3.8 se establece dentro de la industria ya se manejan ciertas fibras recicladas en lo que nuestra fibra cumple con lo que en la norma definen como fibra reciclada.

IMAGEN 2 NORMA MEXICANA NMX-N-107-SCFI-2010



4 ESPECIFICACIONES

- 4.1 Las unidades operativas que fabriquen los siguientes productos deben cumplir con el porcentaje mínimo de fibra reciclada que a continuación se especifica, midiéndolo sobre el total de su producción:

TABLA 1.-Contenido mínimo de fibra reciclada para unidades operativas de cartoncillo y papeles para bolsas, envolturas, sacos y periódico

Producto	% de contenido mínimo de fibra reciclada
Cartoncillo	70
Papel para bolsas	80
Papel para envolturas	80
Papel para sacos	60
Papel periódico	70

NOTA: Según la **NMX-N-107-SCFI-2010** en el punto 4.1 de la tabla 1 encontramos que en diferentes tipos de papel en la industria ya tienen estandarizado un porcentaje de fibra