



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

Departamento de  
Exámenes Profesionales

**ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:  
" ANALISIS DE LAS VARIABLES QUE  
INFLUYEN DURANTE EL SELLADO EN  
SACOS DE PAPEL KRAFT "**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A  
VICENTE PEREZ HERNANDEZ**

**ASESOR: I. A. ROSALIA MELENDEZ PEREZ**

**CUAUTITLAN, IZCALLI. EDO. DE MEXICO 2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Envase y Embalaje de Alimentos: Análisis de las variables que  
influyen durante el sellado en sacos de papel kraft.

que presenta el pasante: Vicente Pérez Hernández

con número de cuenta: 8813603-9 para obtener el título de :

Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 12 de Marzo de 2002.

MODULO

PROFESOR

FIRMA

I

I.A. Rosalía Meléndez Pérez

II

Dr. José Luis Arjona Román

III

I.A. Victor Manuel Avalos Avila

## AGRADECIMIENTOS

A dios:

Por darme el don de la vida y la oportunidad de conocer a personas maravillosas y de gran sabiduría, donde quiera que te encuentres, gracias por permitirme llegar a este momento y compartirlo con los que más quiero.

A mis padres, Aurora e Ignacio:

Entre ustedes y yo sobran las palabras, gracias por la preocupación y las noches de insomnio, aún no sé como pagar tanto, pero espero que con decirles que los "amo" sea suficiente.

A mi familia:

Gracias a cada uno de ustedes por soportarme y aguantar mi mal humor durante todos estos años y no es necesario decirles que los quiero ya lo saben.

A mi abue Lupis:

Por los momentos inolvidables desde niño, por quererme y por brindarme el café de todas las mañanas, te quiero mucho.

A la familia Correa:

Gracias a Isabel, Fabiola, Miguel, Juan Carlos, Jorge y especialmente a Inés por considerarme parte integrante de su familia, estas palabras son una pequeña muestra de mi cariño para tratar de compensar los grandes momentos que hasta ahora hemos vivido.

A mis grandes amigos:

Israel y Oscar, gracias por hacer de esta vida algo especial y una fiesta donde las sonrisas y las sorpresas no terminan, gracias por estar aquí y sobre todo por compartir su existencia conmigo en las buenas y en las malas.

A mi asesora de tesis:

Gracias por el apoyo y la paciencia para la realización de este trabajo, gracias por las sonrisas, las charlas y el café.

A la mujer de mi vida:

Faltaría espacio para decirte todo lo que siento en estos momentos, solo puedo decirte que gracias a ti mi vida se ha transformado. Quiero agradecerte los grandes momentos compartidos, tu gran apoyo y optimismo durante todos estos años, gracias por amarme, por ser como eres y por estar en este mundo loco, que dios te bendiga en donde quiera que te encuentres. Como siempre: "con amor de mi para ti, te amo".

# **INDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 1.- ANTECEDENTES.</b>	<b>5</b>
<b>1.1.- PAPEL.</b>	<b>5</b>
1.1.1.- Estructura del papel.	5
1.1.2.- Proceso de fabricación del papel.	6
1.1.3.- Tipos y usos de papeles para envases.	14
1.1.4.- Papel kraft.	15
1.1.4.1.- Sacos de papel kraft.	16
<b>1.2.- ADHESIVOS.</b>	<b>18</b>
1.2.1.- Teoría de la adhesión.	18
1.2.2.- Tipos de adhesión.	19
1.2.2.1.- Adhesión mecánica.	19
1.2.2.2.- Adhesión específica.	19
1.2.3.- Clasificación de adhesivos.	20
1.2.3.1.- Adhesivos de origen natural.	21
1.2.3.2.- Adhesivos de origen sintético.	22
1.2.4.- Adhesivos termoplásticos.	24

1.2.4.1.- Adhesivos polivinílicos.	25
1.2.4.1.1.- Ésteres de polivinilo.	25
1.2.4.1.2.- Alcohol polivinílico.	26
1.2.4.1.3.- Polivinil acetales.	26
1.2.4.1.4.- Éteres de polivinilo.	26
1.2.4.1.5.- Poliestireno.	27
1.2.4.2.- Adhesivos Hot-Melt.	27
<b>1.3.- PROCESO DE SELLADO.</b>	<b>28</b>
1.3.1.- Tipos de sellado.	28
<b>CAPITULO 2.- METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO 3.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.</b>	<b>33</b>
3.1.- Variables de influencia en sacos de papel multicapas.	33
3.2.- Variables de influencia en el adhesivo.	35
3.3.- Variables de influencia en el proceso de sellado.	37
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>41</b>

## **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro No. 1 Composición de la madera.</b>	<b>6</b>
<b>Cuadro No. 2 Procesos de obtención de la pulpa.</b>	<b>9</b>
<b>Cuadro No. 3 Principales tipos de papel y usos en la industria.</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro No. 4 Adhesivos de origen animal.</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro No. 5 Adhesivos de origen sintético.</b>	<b>22</b>
<b>Cuadro No. 6 Propiedades y aplicaciones de los adhesivos.</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro No. 7 Principales tipos y usos del sellado.</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro No. 8 Variables en el proceso de sellado.</b>	<b>38</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura No. 1</b>	<b>Proceso de fabricación de papel.</b>	<b>7</b>
<b>Figura No. 2</b>	<b>Proceso mecánico para pulpa de madera.</b>	<b>8</b>
<b>Figura No. 3</b>	<b>Gráfica de resistencia contra tiempo de batido.</b>	<b>11</b>
<b>Figura No. 4</b>	<b>Máquina fourdrinier.</b>	<b>12</b>
<b>Figura No. 5</b>	<b>Proceso de calandreado.</b>	<b>13</b>
<b>Figura No. 6</b>	<b>Cuadro metodológico.</b>	<b>32</b>



## RESUMEN

El papel y sus derivados no son los únicos materiales para envase y embalaje, pero son los de uso más extendido. Pese a que en ciertas aplicaciones ha sido desplazado por el plástico, el papel se mantiene hoy en día gracias a sus particulares características, por encima de los materiales no degradables. Debido a su gran versatilidad el papel es muy utilizado en diversos sistemas, desde su aplicación en envases primarios ó secundarios hasta componentes de embalajes, también es empleado como base de laminaciones y corrugados logrando aportar diferentes propiedades en el envase.

La capacidad del papel para formar la mayoría de los envases esta íntimamente ligada al uso de adhesivos sin los cuales no sería posible emplear el papel como material de envase y embalaje. En toda aplicación donde se requiera una unión entre el papel y otro material es necesario seleccionar un adhesivo adecuado que facilite y mejore la operación, evitando con esto, problemas durante el proceso y manejo de nuestro producto.

Tanto el papel como los adhesivos son productos que se elaboran con diferentes características y propiedades específicas, lo que les proporciona un amplio rango de utilización dependiendo del fin al que se destinen. Tal es el caso del papel kraft y de los adhesivos termoplásticos, que al unirse mediante un proceso de sellado por calor forman un saco de papel multicapas de gran utilidad en la industria alimentaria.

El presente trabajo de investigación contiene en su primer capítulo, los antecedentes relacionados con el papel kraft y su empleo en la elaboración de sacos de papel multicapas, los adhesivos termoplásticos y el proceso de sellado por calor, estos conceptos tienen como finalidad el proporcionar una información general y explicar la relación que se lleva a cabo entre el saco de papel multicapas y el adhesivo durante el sellado.

El capítulo dos, da una breve explicación de la metodología implementada para este trabajo; aquí se describe la forma en que fue planteada la investigación para recopilar información y generar los antecedentes que nos ayudarán a cumplir con los objetivos propuestos. Asimismo, se presenta un cuadro metodológico que ilustra la secuencia seguida.

Finalmente, un análisis de la información obtenida acerca del material de envase (sacos multicapas de papel kraft), los adhesivos termoplásticos y el proceso de sellado es tratada en el capítulo tres, de este análisis se obtendrán los elementos suficientes para poder realizar las conclusiones acerca de las características del envase y del adhesivo como variables de influencia durante el proceso de sellado en sacos de papel multicapas.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo de envases de cualquier material, está cumpliendo con las exigencias de un mercado cada vez más competitivo y en lo que respecta al área alimenticia, el cumplir con aspectos de inocuidad, protección, presentación, e información no es un trabajo fácil debido a la extensa variedad de alimentos que existen. Cada grupo alimenticio es y se comporta de manera diferente a todos los demás cuando es sometido a un proceso de transformación, de ahí que el envase y embalaje deban seleccionarse de acuerdo a las características que se deseen conservar en el producto, a su almacenamiento, transporte, distribución y costo.

Asimismo, el auge y las innovaciones generadas en la industria en el área de los plásticos, han provocado que estos desplacen el uso de otros materiales como el vidrio y el papel en diversos productos, no obstante, los envases y embalajes de papel en alimentos generan anualmente a nivel mundial miles de millones de dólares por la venta de sus productos e insumos a la industria y consumidores potenciales que requieren elevar su producción y sus ventas.

Eficiencia y calidad en el proceso son factores que nos ayudan a lograr excelentes producciones y a comercializar con éxito un producto. Uno de los factores que nos garantiza la calidad en un producto envasado es el sellado hermético, debido a que protege contra posibles contaminaciones, robo ó pérdidas del alimento por fugas, de ahí que el sellado en cualquier envase sea una etapa crítica a considerar durante el proceso. Desde este punto de vista, se pretende establecer un análisis del proceso de sellado en sacos multicapas de papel kraft al emplear un adhesivo termoplástico para determinar si la adecuada selección de las características del material de envase-adhesivo influyen de manera significativa durante la etapa de sellado.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL.**

A partir de la investigación de los conceptos saco de papel y adhesivo, realizar un análisis de la información para determinar las variables de influencia en el proceso de sellado.

### **OBJETIVO PARTICULAR 1.**

Investigación de las características que presentan los sacos de papel kraft para establecer su relación con el adhesivo y su influencia como variable durante el proceso de sellado.

### **OBJETIVO PARTICULAR 2.**

Investigación de las características, propiedades y condiciones de uso de adhesivos termoplásticos y del método de sellado aplicado en sacos de papel kraft para determinar las variables que influyen en la operación de sellado.

## **Capítulo 1.- Antecedentes.**

### **1.1.- Papel.**

El papel se define como un conglomerado de fibras de celulosa dispuestas irregularmente, pero fuertemente adheridas entre sí, en una superficie plana. Estas características dependen del tipo, proceso y tratamiento que se le da a la madera. (Vidales, 1995)

#### **1.1.1- Estructura del papel.**

El papel generalmente es elaborado a partir de fibras de celulosa vegetales como: madera, algodón, lino, caña de azúcar y otras. La principal materia prima para la fabricación del papel son las fibras vegetales compuestas de celulosa (que es un polisacárido estructural compuesto por moléculas de carbohidratos). Las fibras utilizadas provienen de diversas fuentes como: fibras de frutos, tallos y hojas.

La composición de la madera es, en términos generales de 50% celulosa, 20% otros carbohidratos (como la hemicelulosa) y 30% de lignina, de éste último se obtienen las resinas fenólicas y su presencia en las fibras conforman las propiedades mecánicas del papel. Los métodos utilizados para la fabricación de papel dependen del tipo de madera utilizada y del uso que se le dará al papel fabricado. Existen básicamente dos tipos de madera: "madera suave" proveniente de las coníferas y la "madera dura". (Stepek , 1987)

En cuanto al tamaño de las fibras en cada tipo de madera, las maderas suaves tienen fibras largas de aproximadamente 3 a 5 mm de largo y un grosor de 0,03 mm y se obtienen de maderas como el cedro, pino y abeto, mientras que en las maderas duras las fibras son cortas de 0,5 a 3 mm de largo y un

grosor de 0,02 mm y se obtienen de maderas como el encino, maple, eucalipto y del bagazo, la característica anterior hace que el papel fabricado de estos materiales tenga características diferentes sobre todo en maquinalidad (es decir, la facilidad con la cual puede ser manejado ó tratado en un proceso específico) y resistencia (sobre todo a la tensión).

La lignina es un compuesto que se encuentra en menor ó mayor proporción en la madera dependiendo del origen de esta, el cuadro No. 1 muestra la composición de las maderas suaves y duras en base al porcentaje de celulosa y lignina.

**Cuadro No. 1 Composición de la madera.**

	<b>Maderas Suaves</b>	<b>Maderas Duras</b>	<b>Bagazo</b>
<b>Celulosa (%)</b>	55 - 61	58 - 64	46 - 56
<b>Lignina (%)</b>	25 - 32	17 - 26	18 - 23

(Rodríguez, 2001)

Los papeles elaborados con fibras largas son consideradas de mayor calidad que los de fibras cortas, esto depende del tipo de madera usada en el proceso de fabricación. (Rodríguez, 2001)

### **1.1.2.- Proceso de fabricación del papel.**

Durante muchos años el papel se elaboró a partir de fibras vegetales principalmente de lino y cáñamo, estas eran fragmentadas y reducidas a una pulpa suspendida en agua, posteriormente por medio de una malla fina se extraía una capa de pulpa a la cual se le removía el agua, esta hoja de pulpa se presionaba y secaba dando así una hoja de papel.

Actualmente en el proceso de fabricación del papel se sigue utilizando un proceso continuo, donde el ingrediente principal siguen siendo las fibras de los árboles en aproximadamente un 50%, siendo el resto la utilización de

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

materiales de reciclado como el papel periódico, papeles nuevos, papeles mezclados y otros desechos celulósicos. (Vidales, 1995)

El diagrama de bloques que se presenta en la figura No. 1 nos muestra paso a paso cada una de las operaciones que se realizan para obtener el papel como producto final.

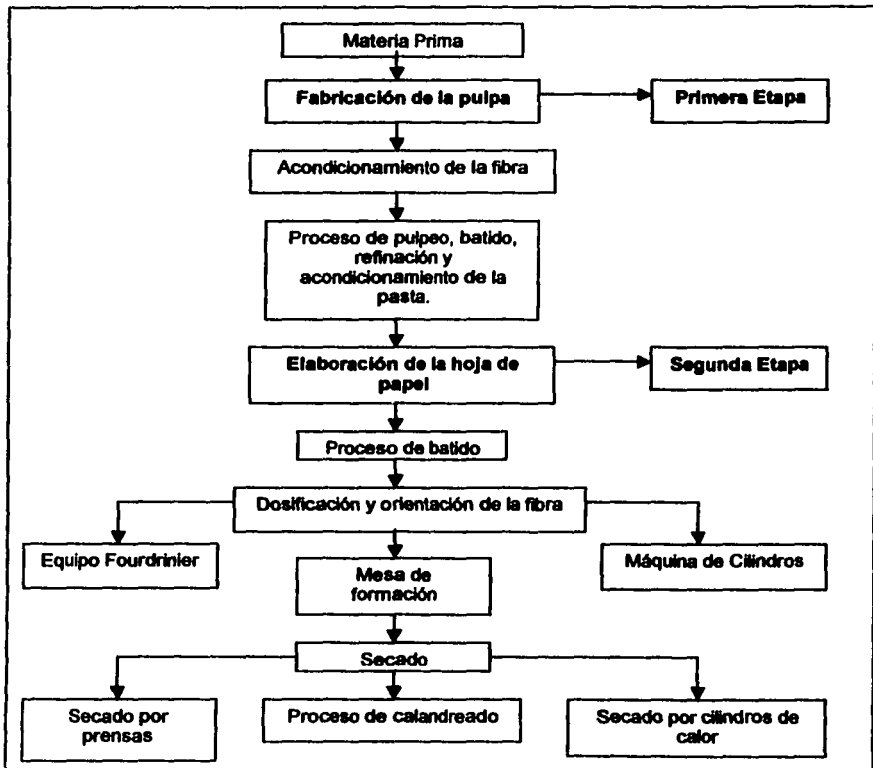


Fig. No.1 Proceso de fabricación de papel. (Rodríguez, 2001)

Básicamente y como se observó en la figura anterior, durante la fabricación de papel, la obtención de la pulpa y la elaboración propia de la hoja de papel son las etapas importantes en el proceso, dichas etapas se describirán brevemente en los siguientes apartados.

### a) Fabricación de la pulpa.

Una vez que las fibras de celulosa han sido separadas y agrupadas nuevamente, se tiene lo que se conoce como pulpa, material que aún no tiene orientación definida de las fibras, lo cual lo hace un material sin dirección de hilo y con una resistencia mecánica al rasgado similar en ambas direcciones. Existen tres procesos de obtención de la pulpa: El Mecánico, Químico y Semi-Químico. La figura No. 2 muestra un esquema de trituración de la madera, mediante el cual se extrae la pulpa.

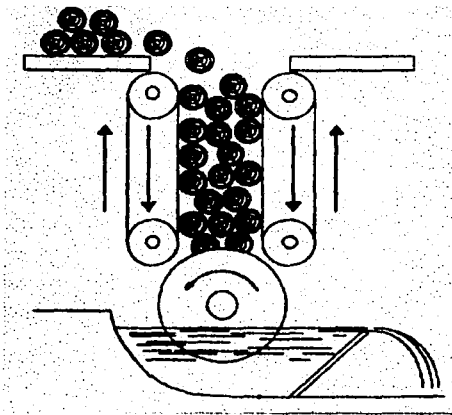


Fig. No. 2 Proceso mecánico para pulpa de madera. (Rodríguez, 2001)



Las características de cada uno de estos procesos se describen a continuación en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2 Procesos de obtención de la pulpa.

Proceso	Operación realizada	Tipo de madera	Características de la pulpa
<b>Mecánico</b>	Proceso de trituración de la madera a través de molinos de piedra.	Maderas suaves	Pulpa muy económica, opaca, baja resistencia mecánica. Se utiliza en papel periódico y papel manila.
<b>Químico:</b>			
Proceso con sosa	Tratamiento de la madera con Hidróxido de Sodio y Carbonato de Sodio.	Maderas duras	Pulpa de color blanco, fina textura y de resistencia media.
Proceso con Sulfatos ó Proceso Kraft	Tratamiento de la madera con Sulfatos.	Maderas suaves	Pulpa color café, difícilmente se puede blanquear, muy resistente.
Proceso con Sulfitos	Tratamiento de la madera con Ácido Sulfúrico concentrado y piedra caliza.	Maderas suaves	Pulpa más resistente que la pulpa obtenida con sosa pero no tan resistente como la kraft.
<b>Proceso semiquímico</b>	Combinación del proceso mecánico y químico, mediante un triturado de la madera y adición posterior de sosa cáustica ó Sulfito de Sodio.	Maderas duras	Pulpa de bajo costo, difícilmente blanqueada y puede tomarse amarilla por exposición al sol. Muy buena resistencia y rigidez. Es utilizada en corrugados.

(Vidales, 1995)

Cabe mencionar que algunas pulpas obtenidas por los procesos antes descritos son llevadas posteriormente a un proceso de blanqueo, el cual se describe a continuación:

### **Blanqueado de la pulpa.**

El proceso al sulfito produce las pulpas más blancas, sin embargo en muchos casos es necesario realizar un proceso conocido como Blanqueo, ya que a pesar de que la celulosa y la hemicelulosa son blancas, como ya se mencionó se tornan amarillentas por efecto de la luz y la oxidación y en gran medida el elemento que tiende a colorearse es la lignina, por lo que el proceso

de blanqueo tiende a completar la deslignificación, se conocen tres tipos de blanqueo que son: Cloración en medio ácido (pH de 2 a 4), Extracción alcalina y blanqueo con hipoclorito en solución alcalina (pH de 9 a 10).

La segunda etapa después de obtener la pulpa es la fabricación de la hoja de papel, la cuál tiene como finalidad el proporcionar las propiedades mecánicas y características propias del papel dependiendo del uso al que se destine. (Rodríguez, 2001)

### **b) Elaboración de la hoja de papel.**

La celulosa es procesada en una suspensión de agua, con una proporción de 95% de agua y 5% de fibras, la cual es batida con el fin de romper las fibras a la vez que son hidratadas. Posteriormente la pulpa pasa a la sección de batido, el proceso se repite una y otra vez hasta lograr la consistencia deseada, además de una reducción en la longitud de la fibra, aumento de la flexibilidad y aumento en la superficie específica externa de la fibra.

El batido de la pulpa juega un papel muy importante en el establecimiento de las características mecánicas del papel, ya que con un batido de poco tiempo se producirá un papel altamente absorbente con una alta resistencia al rasgado, pero una baja resistencia a la explosión (Mullen) y a la tensión. Con mayor tiempo de batido el papel tendrá más resistencia a la explosión y resistencia a la tensión pero con un decremento en la resistencia al rasgado, un buen ejemplo de esto último es el papel glassine. (Rodríguez, 2001)

La siguiente gráfica (figura No. 3), relaciona las propiedades mecánicas de resistencia a la tensión, al rasgado y explosión del papel (Mullen) en función del tiempo de batido de la pulpa.

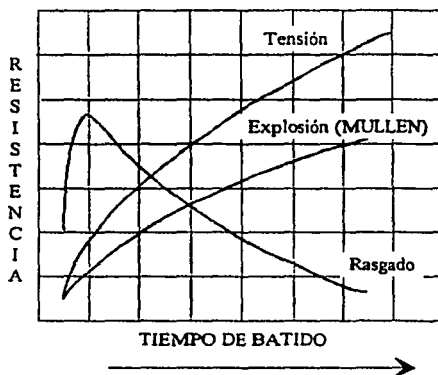


Fig. No. 3 Gráfica de resistencia contra tiempo de batido. (Gordon, 1993)

Es también en este punto donde son agregados ciertos compuestos para dar mayor cuerpo tales como almidones, resinas y alumbre, los cuales darán al papel resistencia al agua y propiedades para imprimir sobre su superficie, esta cantidad de compuestos puede afectar la efectividad de los adhesivos utilizados en la fabricación de envases, otros materiales como el dióxido de titanio, silicato de sodio, caseína, cera y talco, se adicionan con el fin de dar color, opacidad, rigidez y otras propiedades específicas. (Vidales, 1995)

Posteriormente la pulpa tratada pasa a través de las máquinas para fabricación de papel, estas máquinas constan de varias secciones, que son:

- a) Dosificadora y orientadora de la fibra, en la máquina Fourdrinier ó de Cilindros.

- b) Mesa de formación de la hoja.
- c) Prensas de secado.
- d) Cilindros de calor.
- e) Calandreado.

Estas secciones pueden visualizarse en el esquema de la máquina Fourdrinier que aparece a continuación en la figura No. 4.

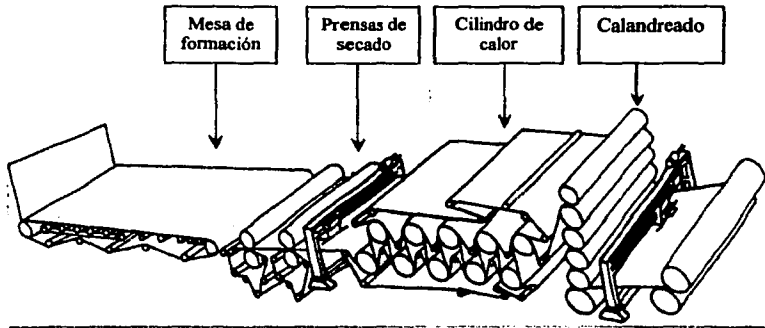


Fig. No. 4 Máquina Fourdrinier. (Vidales, 1995)

La máquina Fourdrinier trabaja a altas velocidades y es utilizada para la fabricación de papel de pesos ligeros y medios. (Rodríguez, 2001)

La máquina de Cilindros es más lenta que la Fourdrinier, esta máquina está considerada la mejor para la fabricación de papeles pesados ya que el proceso permite la elaboración de cartoncillos de varias capas pudiendo utilizar diferentes calidades de pulpa en cada una de ellas.

Algunos tipos de papel pueden ser fabricados en ambas máquinas, como por ejemplo el papel tissue y el kraft, sin embargo la mayoría de los papeles

finos para escritura, papel periódico, para envolturas, para libros, etc., están hechos en máquinas Fourdrinier, mientras que la mayoría de los cartoncillos utilizados para plegadizas y cajillas están hechos en máquinas de Cilindros. (Vidales, 1995)

Al inicio de este proceso donde se tiene una gran cantidad de agua presente en la composición del papel, se reduce gradualmente en las diferentes etapas de mesas de formación, prensa, cilindros de calor y calandreado, hasta quedar un papel con tan solo un 5% de humedad.

### Calandreado.

Algunos tipos de papel se distinguen por tener una superficie lisa, plana, con brillo y con una mayor densidad. A este tipo de papeles se les pasa por un proceso conocido como calandreado, que consiste en hacer pasar la bobina de papel ya fabricado por una serie de cilindros que aplican tanto presión como temperatura, logrando una compactación de las fibras y un acabado superficial terso y con menos porosidades. Un esquema del equipo mediante el cual se lleva a cabo este proceso es presentado en la siguiente figura:

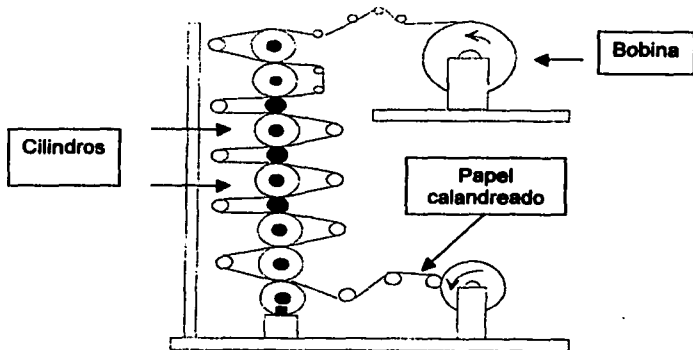


Fig. No. 5 Proceso de calandreado. (Rodríguez, 2001)

### 1.1.3.- Tipos y usos de papeles para envases.

La distinción entre papel y cartoncillo está dada en función del espesor, todo el material con un grosor igual ó mayor a 0,012" es considerado cartón. A continuación el cuadro No. 3 enlista los tipos de papel más utilizados, su proceso de obtención, algunas de sus características y sus aplicaciones en la industria de alimentos.

Cuadro No. 3 Principales tipos de papel y usos en la industria.

TIPO DE PAPEL	PROCESO DE OBTENCIÓN	RANGO DE PESO Kg/1000m <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA TENSIÓN Kg/m	PROPIEDADES Y USOS
<b>PAPEL KRAFT</b>	A partir de pulpa sulfatada de maderas suaves.	70-300	250-1150	Papel muy resistente, blanqueado, natural ó coloreado. Puede ser resistente a la humedad. Es usado para la elaboración de papel tissue, papel para bolsas, sacos multicapas, papel para envolturas y es utilizado como papel base de laminaciones con aluminio, plástico y otros materiales.
<b>PAPEL RESISTENTE A GRASAS</b>	A partir de un proceso por sulfitos con mezclas de maderas suaves y maderas duras.	35-300	Variable	Papel brillante de excelente impresión. Es usado para bolsas, sobres, papel encerado y etiquetas.
<b>PAPEL ENCERADO</b>	A partir de pulpa batida en exceso.	70-150	180-450	Resistente a las grasas. Se utiliza como envase para alimentos especialmente en repostería y cereales secos, en alimentos congelados y alimentos grasosos.
<b>PAPEL GLASSINE</b>	Similar al papel encerado pero con un proceso de supercalandreado	40-150	140-535	Resistente a las grasas, translúcido, más denso y fino. Es usado para envolturas, sobres, materiales de barrera, sellos de garantía en tapas debido a la alta barrera a aromas que ofrece, envasado de grasas y aceites, tintas para impresión, productos para pintar y partes metálicas.

continuación:

PAPEL PERGAMINO VEGETAL	A partir de un proceso por sulfitos y tratamiento químico del papel con ácido sulfúrico concentrado.	12-75	215-1450	No tóxico, alta resistencia, resistencia a grasas y aceites. Es utilizado en envases para mantequilla, margarina, carnes, quesos, aves y pescado y para envolver plata y metales pulidos.
PAPEL TISSUE	A partir de pulpas mecánicas ó químicas y en algunos casos de papel reciclado.	20-50	Baja	Papel ligero y suave para envolver. Es utilizado para proteger productos eléctricos, envases de vidrio, herramientas, utensilios, zapatos, bolsas de mano y partes metálicas altamente pulidas de acabado espejo.

(Gordon, 1993)

Como se observó en el cuadro No. 3, el empleo de los diferentes tipos de papel en la industria de alimentos es muy extenso y de gran importancia, cabe mencionar que para fines de este trabajo de investigación solo enfocaremos nuestra atención al papel del tipo Kraft y dentro de sus múltiples usos y aplicaciones lo referente a sacos de papel multicapas, en ese sentido iniciaremos por describir algunas características del papel kraft y posteriormente su aplicación en la elaboración de sacos.

### 1.1.4.- Papel Kraft.

Fabricado a partir de pulpa sulfatada, puede ser blanqueado, semiblanqueado, coloreado ó utilizado sin blanquear. El kraft natural está considerado como el caballo de batalla de los papeles para envase. Este papel puede ser producido en diferentes pesos y espesores, logrando desde tissues hasta cartones pesados.

Una propiedad del papel kraft es la excelente resistencia, debido a la longitud de las fibras utilizadas, el método de fabricación y la combinación de los compuestos químicos utilizados en la fabricación de la pulpa, estos últimos también son responsables del familiar color café del papel kraft.

Debido a su resistencia el papel kraft se utiliza para la elaboración de papel tissue, papel para bolsas, sacos multicapas y papel para envolturas. También es utilizado como papel base de laminaciones con aluminio, plásticos y otros materiales. (Rodríguez, 2001)

#### **1.1.4.1.- Sacos de papel kraft.**

Los sacos de papel kraft son envases de gran utilidad, su elaboración así como la resistencia que tenga el saco dependerá del uso y del producto para el cual se empleará. Los envases de papel más empleados son las bolsas y sacos, los cuales se describen brevemente en los siguientes apartados.

##### **Bolsa y saco.**

Son contenedores no rígidos, manufacturados de papel ó de su combinación con otros materiales flexibles. La diferencia radica en un límite (arbitrario) de peso según el cual las bolsas contienen menos de 11,5 kg, mientras que los sacos contienen un peso superior, por lo que éste último término se aplica regularmente a los contenedores de uso industrial.

##### **Saco de papel multicapas.**

Son envases manufacturados que van de 1 a 6 capas de papel kraft, usualmente de 70, 80 ó 100 g/m<sup>2</sup>. Es de uso rudo y su construcción particular así como la adición de más capas, depende de la naturaleza del material a que se destina y del tipo de transporte a emplearse. Sus múltiples ventajas colocan al saco de papel multicapas como buen elemento para el envasado de materiales de construcción, alimentos para animales, alimentos humanos, productos químicos, minerales no metálicos, insecticidas, fertilizantes, harinas, azúcar, etc. (Vidales, 1995)



## **Fabricación de sacos de papel multicapas.**

Los sacos de papel multicapas se fabrican usando de 1 a 6 capas de papel kraft. La capa exterior usualmente preimpresa se coloca en la máquina tubera junto con los otros rollos vírgenes, dependiendo del número de capas del saco las tuberías alcanzan velocidades de 5,000 a 20,000 sacos por hora.

Cada tubo se corta a una longitud determinada por la capacidad del saco diseñado. Previamente se realizan cortes longitudinales en los extremos del tubo mediante un mecanismo separador. Posteriormente los tubos se cierran por los extremos mediante tres formas: 1) Cosido del extremo, 2) Pegado del extremo y 3) Sellado con calor del extremo. (Vidales, 1995)

## **1.2.- Adhesivos.**

Un adhesivo es cualquier sustancia capaz de juntar dos superficies para la formación de una unión, donde las dos superficies a unir pueden ser de materiales iguales ó completamente distintos. La formación de esta unión tiene su explicación en la llamada "teoría de la adhesión".

### **1.2.1.- Teoría de la adhesión.**

La resistencia de una unión efectuada con un adhesivo se halla determinada por la fuerza de adherencia de la película y por su resistencia interna ó cohesión. Los materiales de escasa resistencia como el papel, donde la capa superficial equivale a la superficie de contacto con el adhesivo es la que cede cuando la unión se somete a la fuerza de ruptura y no el material adhesivo empleado en la misma.

La adhesión se define como la fuerza de unión entre las superficies de contacto de dos materiales. Las fuerzas físicas de atracción y absorción, se describen como "fuerzas de van der waals", las cuales tienen una gran importancia en la unión. Por otro lado se define la cohesión como la fuerza que prevalece entre las moléculas dentro de un adhesivo y mantiene el material unido. Estas fuerzas incluyen: fuerzas intermoleculares de atracción (van der waals) y enlaces entre sí de las moléculas del polímero.

Las fuerzas del tipo van der waals son la base de la adherencia porque actúan entre el adhesivo y el sustrato y entre las moléculas del mismo adhesivo. Los enlaces ó uniones químicas producen el tipo de adherencia más resistente, se desarrollan cuando el sustrato tiene grupos químicos que reaccionan con el adhesivo. (Orozco, 2001)

Algunos grupos químicos destacan por su capacidad para formar enlaces de van der Waals, los cuales pueden mejorar la adherencia cuando están presentes en el adhesivo ó en el sustrato.

### **1.2.2.- Tipos de adhesión.**

Para explicar en forma más detallada el mecanismo de la unión entre adhesivo y sustrato, existen dos tipos de adhesión que complementan la teoría arriba descrita.

#### **1.2.2.1.- Adhesión mecánica.**

La adhesión mecánica es la unión entre superficies (sustratos) en las cuales el adhesivo sostiene juntas las partes por entrelazamiento y por penetración física. El origen de la adhesión se debe a la penetración del adhesivo en los poros ó rugosidades del sustrato. Este fenómeno de enganche se presenta con sustratos porosos tales como la madera, el papel y la tela. Por lo tanto, al incrementarse la porosidad y rugosidad de los soportes, también aumenta la superficie de contacto adhesivo-sustrato mejorando la adhesión. (Bureau,1995)

#### **1.2.2.2.- Adhesión específica.**

La adhesión específica es la unión entre superficies que son sostenidas juntas por fuerzas moleculares, ahí donde las superficies no son porosas y la penetración no es posible. Estas fuerzas se relacionan con la polaridad y tamaño de la molécula. En la adhesión específica, la acción inicial para obtener la unión por el adhesivo es el humedecimiento de la superficie, seguida por el desarrollo del enlace a través de las fuerzas moleculares. Tanto en la adhesión mecánica como en la específica, el adhesivo inicialmente debe mojar ambas superficies completamente, si no es así, las áreas secas secarán el adhesivo ó

harán que la adhesión no sea completa. El humedecer la superficie es un factor muy importante tanto en la adhesión mecánica como en la específica. La penetración es también un factor importante, ya que en la mayoría de las combinaciones de superficies, por lo menos una de ellas es de tipo poroso. La absorción por esta superficie porosa controla básicamente las características de secado del adhesivo. (Orozco, 2001)

Para completar el humedecimiento de la superficie y la penetración es necesario que el adhesivo se encuentre en un estado fluido, lo que puede ser logrado por medio de agua, solvente ó fusión por calor.

### **1.2.3.- Clasificación de adhesivos.**

Los adhesivos se pueden dividir en general en dos grandes grupos, aquel en el que el adhesivo es disuelto en un solvente y aquel en el que el adhesivo es fundido. Todos los adhesivos deben ser capaces de fluir en un sustrato y mojarlo para que se desarrolle la adhesión. Algunos adhesivos aumentan su fluidez disolviéndose ó dispersándose en un vehículo volátil, el cual se evapora permitiendo que el adhesivo solidifique y forme la unión.

Para la selección de un adhesivo en una aplicación en particular es usual considerar primeramente la naturaleza química de los componentes los cuales actúan como la unión y estos a su vez determinan las propiedades del adhesivo. El segundo factor es la manera en como la unión es formada, ya sea por pérdida de agua ó solvente, por enfriamiento ó por una reacción química determinando así el proceso por el cual se aplica el adhesivo. (Rodríguez, 2001)

Los principales adhesivos usados en envases pueden ser de origen natural ó sintético. De acuerdo a lo anterior, la clasificación es como sigue:

### 1.2.3.1.- Adhesivos de origen natural.

Los adhesivos de origen natural son extraídos de animales ó vegetales y procesados para su aplicación como adhesivos. Estos pueden ser solubles y miscibles en agua, insolubles en solventes orgánicos y usados generalmente de papel a papel, papel a vidrio y aplicaciones similares.

Este tipo de adhesivos presentan problemas en relación a su aplicación y manejo, debido a que son susceptibles al ataque de microorganismos, no pegan en superficies entintadas ó barnizadas a menos que sea formulado especialmente y porque algunos de ellos pierden sus propiedades de pegajosidad y viscosidad después de un tiempo de ser preparados. El cuadro No. 4 muestra los principales adhesivos de origen natural. (Orozco, 2001)

Cuadro No. 4 Adhesivos de origen natural.

<b>TIPO</b>	<b>ORIGEN</b>
<b>Bases adheridas animales</b>	Gomas animales, gomas de pescado, caseínas y albúminas sanguíneas.
<b>Bases adheridas vegetales</b>	<b>Almidones de:</b> maíz, tapioca, trigo, papa y sagú. <b>Dextrinas:</b> canarias, blancas y goma británica.
<b>Bases adheridas minerales</b>	Silicatos y asfaltos.

(Arjona, 2001)

### 1.2.3.2.- Adhesivos de origen sintético.

Los adhesivos sintéticos incluyen todos los llamados plásticos, los cuales son producto de la polimerización. Su variedad es extensa y sus funciones como adhesivos suplen y superan en mucho a los naturales.

Es importante mencionar que en la actualidad se cuenta con mezclas de dos ó más polímeros obteniéndose adhesivos con características y propiedades que facilitan su manejo, distribución y aplicación. El cuadro No. 5 enlista los principales adhesivos de origen sintético. (Orozco, 2001)

Cuadro No. 5 Adhesivos de origen sintético.

<b>Elastómeros reaccionados del caucho natural.</b>	
<b>Elastómeros sintéticos (hules).</b>	Neoprenos y hule SBR.
<b>Resinas sintéticas termofijas.</b>	Epóxicas, furanos, silicones, fenoles, ureas, poliesteres alquídicos y resorcinoles.
<b>Resinas sintéticas termoplásticas.</b>	<b>Vinilos:</b> acetato de vinilo, alcohol vinílico y cloruro de vinilo. Gomas y resinas celulósicas, acrílicos, poliamidas y poliestirenos.

(Arjona, 2001)

Actualmente la industria de adhesivos sintéticos tiene un gran auge, esto debido a las necesidades crecientes y en ocasiones a las exigencias que la industria tiene en sus líneas de proceso, las cuales en su mayoría son más versátiles, de gran velocidad y sobre todo de una alta y eficiente producción. Es

por esto que los adhesivos juegan un papel muy importante y cada día están en el mercado nuevos y eficientes tipos de adhesivos los cuales son mejorados en sus características e incluso son mezclados con otros ingredientes los cuales dan como resultado adhesivos de mejor calidad que se adaptan a uno ó más procesos específicos. Asimismo la tendencia al uso de adhesivos sintéticos es cada vez mayor ya que el costo, disponibilidad, tecnología de aplicación y el ahorro en tiempo benefician la cadena productiva y esto genera que se utilicen menos los adhesivos naturales, aunque todavía ciertos sectores industriales los siguen empleando, pero todo hace suponer que poco a poco el empleo de adhesivos sintéticos y el creciente desarrollo de estos harán desaparecer los adhesivos naturales.

A manera de resumen el cuadro No. 6 contiene información acerca de las propiedades y aplicaciones de los adhesivos naturales y sintéticos.

Cuadro No. 6 Propiedades y aplicaciones de los adhesivos.

Clasificación	Tipos más usados	Forma física	Propiedades de la unión	Materiales de unión	Aplicaciones
Naturales	Almidón, dextrinas, cola animal, caseína y gomas.	Dispersiones con solventes, pastas, sólidos y polvos.	Uniones débiles, baja resistencia a la humedad, pero alta al calor y ataques microbianos.	Papel, caucho, envases textiles, madera y plástico.	Doméstica, envases industriales y uniones rápidas.
Termoplásticos	Derivados de celulosa, polivinil acetato, alcohol polivinílico, poliésteres y oleorresinas.	Dispersiones con solventes ó emulsiones en agua, películas y sólidos.	Temperatura máxima de servicio: 90°C.	Papel, materiales no metálicos, madera, pieles y plástico.	Generalmente en aplicaciones con bajas presiones.
Termosolid.	Urea, melamina, formaldehídos, poliésteres, poliamidas, furanos, epóxicos y fenoles.	Líquidos, películas, pastas y polvos.	Alta tensión al corte pero se despegan relativamente fácil. Máxima temperatura de servicio: 200-250°C.	Metales, madera, cerámica y vidrio.	Uniones estructurales con superficie de metal ó madera.

continuación:

Elastómeros	Lacas naturales y sintéticas, acrilonitrilos, butadienos, polisulfitos, policloroprenos, butadieno-estireno, silicones y poliuretanos.	Películas con solventes, dispersiones y emulsiones acuosas.	Alta fuerza de unión, y flexibilidad, baja tensión al corte, y alta resistencia a despegarse. Temperatura máxima de servicio: 80-100°C. Silicones por encima de 200°C.	Plástico y piel.	Unión de materiales ligeros que no requieren presión para formar una unión flexible.
Compuestos de dos polímeros	Nitrilofenólico, neoprenofenólico, polivinil-fenólico, acetales y epóxicos modificados.	Líquidos, películas y pastas.	Las propiedades de fuerza dependen de la formulación con alta fuerza de unión aún por encima de temperaturas laminantes para otros adhesivos. Buena resistencia química.	Metales, cerámica y termosolidificantes.	Estructuras sujetas a altas tensiones ó condiciones adversas como humedad y calor.

(Arjona, 2001)

De la información contenida en el cuadro No. 6, podemos observar que los adhesivos termoplásticos son los que tienen aplicación en la unión de papel al igual que los adhesivos naturales, pero básicamente en este trabajo expondremos lo referente a los tipos, características, propiedades y usos de los adhesivos termoplásticos.

#### 1.2.4.- Adhesivos termoplásticos.

Los adhesivos sensibles al calor ó generalmente más conocidos como adhesivos de sellado por calor, son sólidos inactivos a temperaturas normales pero pueden ser transformados en adhesivos fundidos ó líquidos por aplicación de calor. Temperatura, presión y tiempo son factores que influyen en la facilidad de aplicación y la fuerza de adherencia de estos adhesivos. Usualmente, los adhesivos de sellado por calor tienen muchas propiedades valiosas, tales como resistencia, flexibilidad, resistencia a la humedad, solventes y químicos en



general. De importancia comercial en este campo de la tecnología de adhesivos son los derivados de celulosa, los ésteres de vinil y acetales. (Gordon, 1993)

#### **1.2.4.1.- Adhesivos polivinílicos.**

Los polímeros de vinilo son sustancias resultantes de la polimerización por adición de compuestos orgánicos monomoleculares que contienen el doble enlace de vinilo ó etileno no saturado, siendo interesantes en el campo de los adhesivos, los ésteres de polivinilo, los éteres, los acetales, el alcohol polivinílico y el poliestireno.

##### **1.2.4.1.1.- Esteres de polivinilo.**

De los ésteres de polivinilo, el más importante como adhesivo es el acetato de polivinilo, también conocido por las siglas P.V.A., cuya presentación, es generalmente, en dispersión acuosa, preparada por emulsión en agua y posterior polimerización por calentamiento en presencia de un catalizador.

El adhesivo de P.V.A. en emulsión, tiene aproximadamente un contenido en sólidos del 50%, y su aplicación prioritaria es sobre sustratos absorbentes, que colaboran en la eliminación por absorción, del agua no eliminada por simple evaporación.

La presentación comercial de estos adhesivos es: en solución, hot-melt, polvos secos redispersables y en emulsión, de todas ellas, la emulsión es la de mayor aceptación, por su interés en la adhesión de un gran número de materiales porosos y fibras, como son: el papel, cartón, madera, etc. entre sus características podemos decir que no son tóxicos, carecen de olor y sabor, son incoloros, no son afectados por la luz solar, rayos ultravioleta y son neutros y no corrosivos. Tienen una buena estabilidad al calor por debajo de los 100°C, y se descomponen entre 200-250°C. (Liesa, 1990)

#### **1.2.4.1.2.- Alcohol polivinílico.**

Dentro de este grupo de adhesivos, el alcohol polivinílico es obtenido por hidrólisis ácida del P.V.A. No es tóxico y carece de olor, es utilizado en la industria alimentaria como adhesivo para múltiples uniones en envases y embalajes, aunque su uso principal está en la unión de materiales porosos. Es un buen ligante, resistente a los disolventes orgánicos y se emplea para mejorar la adhesión y formación de la película adhesiva en otros adhesivos.

#### **1.2.4.1.3.- Polivinil acetales.**

Los polivinil acetales son derivados de la reacción del alcohol polivinílico con un aldehído, siendo los más importantes como adhesivos, los derivados del butiraldehído (butiral) y los del formaldehído (formal).

Las propiedades dependen principalmente de los tipos y cantidades de los grupos funcionales presentes y de los pesos moleculares de la resina. La buena adherencia que presentan estos adhesivos hacia una gran variedad de superficies, las hacen interesantes en la unión de papel, cartón, vidrio y metal. La flexibilidad a baja temperatura de los adhesivos de polivinil acetal puede ser mejorada con la incorporación de plastificantes, que también pueden emplearse para reducir la viscosidad en las formulaciones de fundido en caliente.

#### **1.2.4.1.4.- Éteres de polivinilo.**

Los éteres de polivinilo son resinas obtenidas a partir del acetileno y un alcohol en presencia de un alcoholato alcalino. Son solubles en una amplia variedad de disolventes industriales que incluyen cetonas, hidrocarburos, éteres, etc. En disolución, estas resinas forman una gran variedad de adhesivos, una de cuyas aplicaciones más destacadas es como adhesivos sensibles a la presión, dada su buena adhesividad y estabilidad, junto con su bajo orden de toxicidad. (Liesa, 1990)

#### **1.2.4.1.5.- Poliestireno.**

La obtención del poliestireno se realiza por polimerización del estireno y su utilización como adhesivo puede ser en disolución ó en dispersión acuosa. Su adherencia viene limitada por la necesidad de sustratos porosos, de aquí que una bien la madera, no muy bien los metales y de los materiales plásticos sólo al propio poliestireno empleando un catalizador.

#### **1.2.4.2.- Adhesivos hot-melt.**

Una gran parte de las resinas termoplásticas pueden utilizarse como adhesivos de fusión en caliente ó adhesivos hot-melt. Antes del calentamiento, el adhesivo hot-melt es un material sólido, la aplicación del calor hace que este se funda poniéndose en contacto con la superficie del material a unir y produciéndose un alto grado de humectación entre el adhesivo y el sustrato. Como la película del adhesivo tiene una masa inferior a la del sustrato, la temperatura va descendiendo hasta que se produce la solidificación del adhesivo.

Su utilización viene muy determinada por razones de producción, tanto por los costos como por la simplicidad y la necesidad de procesos rápidos, siempre y cuando se prevea un elevado grado de automatización que este acorde con la rapidez de aplicación de estos adhesivos. Son usados en laminados, revestimientos, laminado en papel, etiquetado de latas, sellado de cajas de cartón, etiquetado, manufactura de recipientes para leche, encuademación, madera, etc. (Liesa, 1990)

### **1.3.- Proceso de sellado.**

El sellado es un proceso mediante el cual se logra el cerrado hermético de cualquier envase. Este proceso puede llevarse a cabo mediante el empleo de adhesivos ó algunos tipos de energía.

#### **1.3.1.- Tipos de sellado.**

El método de sellado es considerado como una etapa importante dentro del proceso de elaboración de un producto, de esta operación depende que nuestro alimento logre permanecer dentro del envase con la misma calidad con la que fue elaborado durante un periodo prolongado de tiempo (incluyendo el almacenamiento y distribución) hasta llegar al consumidor final.

Es muy común que el sellado de los envases y de los embalajes permanezcan intactos cuando son almacenados; algunos debido a las condiciones del medio ambiente ó al manejo en el almacén tienden a romperse, a colapsarse ó se pierde producto por fugas en el envase, desafortunadamente, lo anterior se ve aumentado durante la etapa de transporte y distribución, donde las pérdidas son mayores afectando seriamente la comercialización e incluso la marca y la empresa fabricante, ya que los factores ambientales, humanos y de transportación son difíciles de controlar.

Tomando esto como punto de partida, es importante pensar no solo en el envase casi ideal que contenga y proteja al producto, sino también en la forma ó el método con el cual se logrará un sellado eficiente acorde a las necesidades de manejo y transporte del envase que garanticen que esté llegará en perfectas condiciones al lugar donde se comercializará.

El sellado de los envases dentro de la industria implica diferentes formas de realizarlo, algunos como el proceso de barra y el de banda son de los más

simples y fáciles debido a que el sellado se obtiene por la aplicación de calor; otros como el ultrasonido, neumático y magnético necesitan un equipo especial que se adapte a la línea de envasado para lograr el sellado del envase. En cualquiera de los dos casos, la finalidad es la misma, sellar herméticamente el envase, no obstante, el seleccionar uno u otro método dependerá básicamente del producto y del envase que se desee sellar, así como la eficiencia y rapidez conque este se realice. El cuadro No. 7 contiene un listado de las principales formas de sellado y el uso dentro de la industria.

Cuadro No. 7 Principales tipos y usos del sellado.

Tipo de sellado	Forma de realizarlo	Usos
<b>Barra</b>	Bases de hierro calentadas.	Bolsas laminadas.
<b>Banda</b>	Dos bandas en movimiento.	Bolsas y sacos.
<b>Impulso</b>	Flujo de corriente eléctrica.	Productos pegajosos.
<b>Hot-melt</b>	Aplicación de termoplástico.	Pelables.
<b>Radiante</b>	Energía radiante.	Laminados con poliéster.
<b>Magnético</b>	Campo magnético.	Polioléfinas.
<b>Neumático</b>	Presión atmosférica.	Envase tipo skin.
<b>Ultrasonido</b>	Alta frecuencia.	Materiales orientados y foil de aluminio.
<b>Gas caliente</b>	Gas.	Cartón recubierto de polietileno.

(Arjona, 2001)

De la información contenida en el cuadro anterior, podemos visualizar que el método más utilizado para el sellado de bolsas y sacos es mediante bandas en movimiento, este método de sellado consta de dos etapas, la primera que es una zona de calentamiento en la cual el adhesivo termoplástico es fundido y preparado para la segunda etapa donde se enfría y al mismo tiempo es aplicada una presión mediante los rodillos de la misma banda, generando así la unión entre las dos capas de papel.

## **Capítulo 2.- Metodología de investigación.**

El presente trabajo consta de tres partes fundamentales de investigación, las cuales están contenidas en los antecedentes del primer capítulo. Estos antecedentes generarán las bases suficientes que nos ayuden a cumplir, primero, con los objetivos particulares propuestos y después con el objetivo general expuesto en la metodología.

La investigación contiene la recopilación de información relacionada con los sacos de papel multicapas, sus características y aplicaciones en la industria, brevemente se describe la definición de papel, las materias primas y los métodos de elaboración y el empleo de papel kraft para la fabricación de otros envases además de los sacos de papel multicapas. Todo lo anterior es importante para poder definir las características que tiene que cumplir un saco de papel y lograr una excelente unión durante el sellado al utilizar un adhesivo termoplástico.

El estudio y conocimiento del mecanismo de la unión entre el sustrato y el adhesivo así como la clasificación, propiedades y usos de los adhesivos en diferentes aplicaciones, fue la siguiente información obtenida, de aquí lo relacionado a adhesivos termoplásticos y sus condiciones de empleo en sacos de papel multicapas es fundamental para formar un sello de excelente funcionalidad.

Finalmente, los antecedentes generados sobre los materiales a emplear determinan la selección y aplicación del proceso de sellado, que también es parte fundamental en el fenómeno de la adhesión, dicho proceso juega un papel importante ya que la forma en como se lleve a cabo influirá de manera significativa en la unión, evitando por lo tanto, productos de mala calidad los cuales pueden tener fugas ó contaminaciones posteriores al proceso de transformación ó durante el transporte y distribución. Esta parte describe

**brevemente el proceso y la clasificación de los métodos de sellado aplicados en la industria.**

**El cuadro metodológico adjunto contiene la metodología seguida para la realización de este trabajo.**

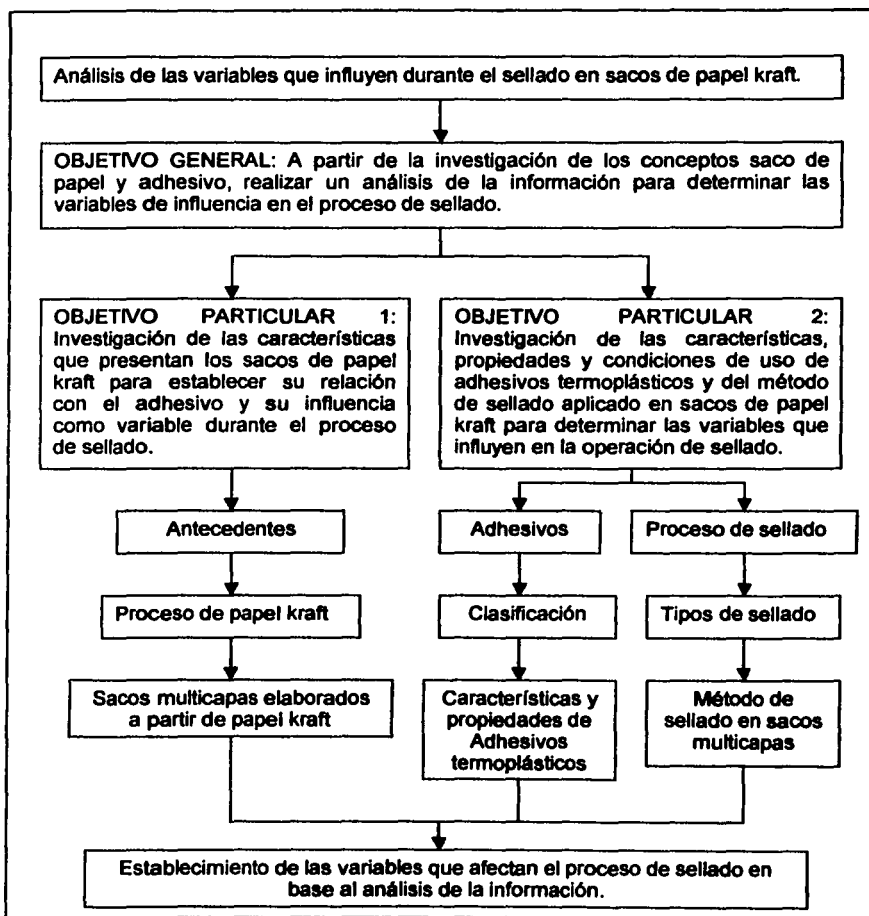


Fig. No. 6 Cuadro metodológico.



## **Capítulo 3.- Análisis de la información.**

A continuación se analizarán las variables de influencia en el sellado, iniciando por el papel kraft utilizado para la fabricación de sacos multicapas, continuando después con lo referente al adhesivo y finalmente el proceso de sellado.

### **3.1.- Variables de influencia en sacos de papel multicapas.**

El empleo de papel kraft en la industria del envase y embalaje ha tenido gran importancia a lo largo de los años, su uso en laminados y envases primarios ó como embalaje final en cajas de cartón lo hacen al igual que otros materiales insustituible en la rama alimentaria y en la industria en general.

De la variedad de envases de papel existentes, los sacos de papel multicapas ocupan un lugar muy importante en la cadena productiva, fabricados a partir de papel kraft son utilizados en el sector de la construcción, químico y alimentario para el envasado de productos ó materias primas diversas, como son: materiales para construcción, químicos, minerales, insecticidas, fertilizantes, harinas, sal, azúcar, alimentos para animales y de consumo humano, condimentos, especias, derivados lácteos y cármicos, deshumectantes, etc., la gama de productos es extensa y en base a cada uno de ellos y a sus características se realiza la selección del saco.

Es importante mencionar que el tipo de producto, su proceso, almacenamiento y posterior transporte y distribución influyen en la selección de las características del saco, así como del adhesivo y el proceso de sellado. A lo largo de este trabajo se ha mencionado la importancia de un buen sellado, el cual debe ser totalmente hermético para evitar problemas de calidad y de comercialización, en dicho proceso influyen variables que deben controlarse,

variables que están involucradas directamente con el envase, el adhesivo y el propio sistema de sellado y que requieren de especial atención si se desea tener una buena calidad en el producto terminado.

Una de las variables a tomar en cuenta (cuando se desea utilizar un adhesivo para el sellado de sacos) es la porosidad del papel, esta característica del material de envase influirá en la lenta ó rápida penetración y humectación del adhesivo empleado en las fibras del papel, logrando una mala ó buena adhesión. La porosidad al igual que otras características como la resistencia a la tensión, la impermeabilidad, la brillantez, etc., son impartidas al papel desde el momento de su proceso de fabricación y estas dependen del tipo de madera utilizada, al método empleado para la fabricación de la pulpa y por consiguiente a los compuestos agregados durante la elaboración de la hoja de papel.

La porosidad también colabora en la absorción del agua ó solvente que no fueron eliminados por simple evaporación, dicha agua ó solvente se utilizan como bases en las que el adhesivo se dispersa antes de su empleo. Por lo tanto, es fundamental el controlar esta propiedad para evitar la lenta ó nula penetración del adhesivo.

Las propiedades mecánicas y las características impartidas a los sacos de papel kraft determinan su funcionalidad de acuerdo a la necesidad ó a la propiedad que se requiera proteger en un producto, así tenemos que, debido al manejo rudo, al transporte y distribución los sacos tienen que ser resistentes a la tensión, tener resistencia a la humedad por las condiciones ambientales que imperan en el almacenamiento y en el caso especial del sellado, ser porosos para permitir que se lleve a cabo la penetración del adhesivo y efectuar el pegado.

### **3.2.- Variables de influencia en el adhesivo.**

La utilización de adhesivos al igual que la de sacos multicapas está en función del producto y el proceso para el cual van a servir, es fundamental que se conozcan las características del adhesivo a emplear y el tipo de aplicación del mismo, con la finalidad de que su efectividad en la formación de la unión no se vea afectada durante el manejo del producto.

Existen en el mercado marcas y fabricantes de adhesivos que pueden adaptarse a las uniones de diferentes materiales logrando envases y embalajes de buena calidad. En dichas uniones pueden emplearse adhesivos naturales ó sintéticos, el utilizar uno u otro dependerá de la unión que se quiera realizar, del tiempo y costo y el sistema de aplicación que se requiera en el proceso.

La información obtenida acerca de los adhesivos del tipo sintético, nos proporcionó las características y propiedades específicas de los adhesivos termoplásticos los cuales pueden aplicarse en uniones papel-papel. Estos adhesivos requieren de sustratos porosos que garanticen una buena penetración al momento de entrar en contacto con el material a unir.

Los adhesivos termoplásticos son utilizados donde se requiere una alta velocidad de producción y por lo tanto un sellado casi instantáneo; aunado a estas condiciones, el adhesivo debe funcionar acorde a las exigencias del proceso y al sustrato que se requiera sellar. Debido a que los adhesivos termoplásticos realizan su función una vez que funden, es necesario controlar la temperatura (que bibliográficamente va de los 150 a los 180°C, aunque en la práctica se tienen temperaturas de 232 a 287°C (dato extraído de la experiencia laboral en la empresa McCormick-Pesa) y la cual se modifica en función a las variaciones en el sellado) en la cual el adhesivo pasa al estado líquido para posteriormente enfriarse y obtener el sellado del saco.

La temperatura y la porosidad del papel se complementan en esta parte, ya que el adhesivo una vez fundido, inmediatamente tiene que penetrar y humedecer las capas superficiales, lo cual no sucedería sino se mantuvieran controladas estas variables.

La temperatura es, entonces, una variable a considerar junto con la cantidad aplicada del adhesivo para llevar a cabo el sellado. Si la cantidad aplicada es escasa, esto generará áreas en las cuales el adhesivo no penetrará ó se secará más rápido, por el contrario, la aplicación en exceso tardará en secar y en absorberse provocando como consecuencia en ambos casos una adhesión débil ó nula; además, en la película aplicada del adhesivo esta incluida la influencia de propiedades como la viscosidad, el % de sólidos y la base (agua ó solvente) en la que se dispersa el adhesivo. Estas propiedades determinarán la velocidad de penetración en el papel y la absorción del agua ó solvente para que la parte activa del adhesivo actúe y logre el sellado.

La selección ó recomendación para un adhesivo específico (tomando en cuenta las características de los sacos de papel y el tipo de proceso automatizado que se desea) tendría que ser un termoplástico tipo hot-melt ya que:

1. Son adhesivos de pegado instantáneo.
2. Su aplicación primordial es sobre sustratos porosos.
3. Incrementan la velocidad de producción debido al corto tiempo que necesitan para pegar.

Sin embargo, el empleo de este tipo de adhesivos esta en función del costo del adhesivo y del equipo tanto para aplicarlo como para realizar el sellado, pero todo dependerá de la velocidad de producción y de la automatización que se requiera en el proceso para poder estimar si la inversión es factible.

Básicamente, el unir ó sellar un envase mediante el uso de adhesivos no es nada sencillo, se juegan con varios factores que pueden alterar el mecanismo de la adhesión, es importante agregar que siempre que se pretenda utilizar algún tipo de adhesivo se conozcan todas las características del envase y su manejo durante el almacenamiento y distribución para así lograr una excelente elección del adhesivo a emplear en el proceso.

### **3.3.- Variables de influencia en el proceso de sellado.**

Para garantizar la unión entre el papel y el adhesivo y así obtener un saco con sellado hermético, es necesario un proceso de sellado mediante la aplicación de calor y presión. Dicha operación al igual que las anteriores, es importante porque de ella depende el correcto funcionamiento del adhesivo teniendo como resultado que el saco no presente deficiencias en el sellado y por consecuencia pérdida del producto debido a fugas ó contaminación microbiana.

Durante el proceso de sellado, existen variables de gran importancia las cuales deberán ser controladas con la finalidad de mantener un proceso continuo y libre de sacos defectuosos. Las variables que influyen en esta operación son: la velocidad de las bandas, la temperatura y la presión ejercida después de que el adhesivo ha sido fundido y es preparado para la adhesión. Es importante que las bandas que transportan el saco operen a una misma velocidad, esto con la finalidad de permitir el adecuado fundido del adhesivo y una correcta aplicación de la presión de los rodillos de la parte superior para formar el sello, claro esta, que es en esta etapa donde el control de la temperatura adquiere una vital relevancia ya que si esto no sucede esperamos obtener serios defectos en el sellado debido a una ineficiente aplicación de calor para fundir el adhesivo.

A manera de resumen, el cuadro No. 8 contiene las variables antes descritas que influyen en el proceso de sellado en sacos de papel kraft.

Cuadro No. 8 Variables en el proceso de sellado.

Concepto	Variables
Saco de papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Porosidad</li> </ul>
Adhesivo termoplástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Temperatura</li> <li>➤ Cantidad de adhesivo:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Viscosidad</li> <li>2. % de sólidos</li> <li>3. Base dispersante (agua ó solvente)</li> </ol> </li> </ul>
Proceso de sellado	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Temperatura</li> <li>➤ Presión aplicada</li> <li>➤ Velocidad de las bandas</li> </ul>

En todo proceso donde se requiera sellar un producto es necesario identificar las variables que de una u otra forma afectaran de manera importante la formación de la unión. Tal es el caso de las variables analizadas en el cuadro anterior, las cuales deben de controlarse adecuadamente para evitar que afecten de manera significativa el sellado de sacos multicapas de papel kraft.

La identificación oportuna de estas variables reducirá de manera significativa la pérdida de tiempo y de producto durante el proceso de producción; además, evitaremos la deficiencia en el sellado del envase, asegurando una producción continua y rápida.

Dada la estrecha relación que tienen todas las variables analizadas con anterioridad, podemos afirmar que del perfecto funcionamiento y de la interacción de unas con otras se espera garantizar un proceso de sellado hermético donde los productos son confiables y de buena calidad.

## Conclusiones

◆ El sellado es una etapa crítica en cualquier proceso productivo, está influye directamente en el envase y embalaje del producto en el que se aplique, de esta operación depende que el producto se mantenga en condiciones optimas durante su comercialización y consumo. Debido a la gran importancia que adquiere este proceso, es recomendable identificar y controlar todas las características y factores del proceso que pueden afectar el correcto sellado del envase y lograr su hermeticidad.

◆ Las características del envase, las propiedades y condiciones de uso de los adhesivos y la aplicación del método de sellado juegan un papel fundamental en el proceso del mismo. El conocimiento y el análisis de estos conceptos nos lleva a la implementación de un control y verificación de las variables que pueden afectar la eficiencia en el proceso productivo así como generar pérdidas de producto y calidad debido a envases defectuosos; de ahí que, en función del envase y a la velocidad de producción se recomienda la selección adecuada del adhesivo y el método de aplicación del mismo con la finalidad de obtener una excelente adhesión que funcione a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización.

◆ La recopilación y el análisis de la información proporciono los elementos suficientes para determinar que las características de los sacos multicapas (porosidad) elaborados a partir de papel kraft así como las del adhesivo termoplástico (cantidad, temperatura, viscosidad, % de sólidos) y el método de sellado (temperatura, presión y velocidad de las bandas) son variables a tomar en cuenta e influyen de manera significativa en el proceso de sellado; por lo tanto, el mantener un correcto control y una constante verificación de estas variables, dará como resultado una excelente calidad en el sellado de envases de papel.



◆ La tecnología aplicada a envases, adhesivos y al sellado ó cerrado hermético cada vez es más automatizada, desafortunadamente, existen aún ciertos procesos en los cuales la automatización no puede lograrse al 100 % y es por tanto, indispensable la mano del hombre para controlar el correcto desempeño de la producción. Durante la realización de este trabajo se ha hecho énfasis en conocer a fondo las propiedades y características del producto dentro del proceso, así como las necesidades de su manejo con la finalidad de obtener un envase que proteja y mantenga un sellado eficiente asegurando el contenido hasta su comercialización, por lo que podemos concluir que estos determinan el éxito ó fracaso de un producto en el mercado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Arjona, R., 2001, Seminario de envase y embalaje de alimentos, F.E.S.-C, U.N.A.M.
2. Bureau,G. y Multon, J.L., 1995, Embalaje de los alimentos de gran consumo, 1° edición, Ed. Acribia, España.
3. Gordon, R., 1993, Food packaging: Principles and practice, 1° edición, Ed. Marcel dekker, New York.
4. Liesa, F. y Bilurbina, L., 1990, Adhesivos industriales, 2° edición, Ed. Marcombo, España.
5. Orozco, J.G., 2001, Envase y embalaje de alimentos: aplicación de adhesivos para etiquetado de envases de vidrio y uniones de cartón, U.N.A.M.
6. Rodríguez, J.A., 2001, Manual de ingeniería y diseño de envase y embalaje, 3° edición, Ed. Silvana, México D.F.
7. Stepek, J. y Duchacek, V., 1987, Polymers as materials for packaging, 2° edición, Ed. Ellis horwood limited, England.
8. Vidales, G.D., 1995, El mundo del envase (manual para el diseño y producción de envases y embalajes), 1° edición, Ed. Gili, Barcelona.
9. Adhesivos, una pieza clave en la formación de envases y embalajes, Industrias Resistol, Revista: Ingeniería y diseño en envase y embalaje, año 2, No. 5, Octubre del 2001.