



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**“Métodos empleados en el Laboratorio Central de Aduanas  
para la correcta clasificación arancelaria del papel que se  
importa a México”**

**SEMINARIO DE TITULACIÓN**

**TÓPICOS SELECTOS DE BIOLOGIA**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A**

**MARCELA ALDAY CUELLAR**

**LOS REYES IZTACALA**

**DIRECTORA DE TESINA:  
DRA. SILVIA AGUILAR RODRIGUEZ  
ABRIL 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## DEDICATORIA

A mis queridos padres: Diodoro y Conchita

Por estar conmigo en cada momento de mi vida, por darme todo mi amor y gracias, papá donde quiera que estés, siempre te recordaré con admiración y cariño.

A ti mamá gracias por ser como eres. Dios me permitió que estuvieras conmigo, te quiero mucho.

A mi esposo: Luis

Por apoyarme incondicionalmente en este proyecto de mi vida tan importante, te agradezco tu paciencia, ayuda y cariño.

Con mucho cariño a mis hijos: Luis Albero y Andrea Areli

Porque son la razón de mi vida, me siento tan orgullosa de ustedes.

A mi hijo Luis agradezco su comprensión y ayuda. A mi hija Areli por todo su cariño y paciencia con su mamá.

A mis queridos hermanos: Oly, Lety, Lucy, Miriam, Alex y Chalis.

Por su gran apoyo, cariño y confianza en mí. Gracias por sus consejos y compañía.

A mis sobrinos: Anahaira por creer siempre en mí, Ricky, Aldito, Ulises y Ambar mi pequeña ahijada.

Por ser tan entusiastas y cariñosos.

A la familia Moguel por su apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

A mis cuñados: Alfonso, Alejandro, Aldo, Gilberto, Ulises (Te recuerdo con cariño) y Gaby, que son parte de mi familia. Quiero compartir con ustedes esta gran alegría.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Silvia Aguilar Rodríguez di rectora del presente trabajo, le doy las gracias por su valiosa asesoría, así como su apoyo incondicional, confianza y colaboración para realizar este trabajo.

A la Q.F.B. Carmen I. Fajardo por compartir sus conocimientos, ofrecerme su amistad y apoyo durante la elaboración de la tesina.

A María del Carmen Pérez Peña, por todos sus esfuerzos realizados, para que todos los trámites de titulación estuvieran en tiempo, pieza clave en este seminario, gracias por estar siempre pendiente de nosotros.

A Agustín Salas Guzmán por sus asesorías basadas en su gran experiencia en el área.

A la Química Carmen Olmedo por sus enseñanzas sobre la materia, que tan amablemente me dio.

A todos mis compañeros de trabajo por su valiosa ayuda y motivación en este trabajo.

A todos los profesores que impartieron el Seminario de Titulación, por su tiempo y paciencia, ya que a través de las clases, contribuyeron a la actualización de nuestros conocimientos.

# Í N D I C E G E N E R A L

Índice	4
1.- Laboratorio Central de Aduanas	5
2.- Industria del papel en México.	7
3.- Materias primas para la elaboración del papel.	7
4.- Caracteres de las fibras en la fabricación del papel.	14
5.- Objetivos	14
6.- Material	15
7.- Resultados	15
8.- Conclusión	31
9.- Bibliografía	32

# Métodos empleados en el Laboratorio Central de Aduanas para la correcta clasificación arancelaria del papel que se importa a México.

## Índice

- 1.- Laboratorio Central de Aduanas.
- 2.- Industria del papel en México.
- 3.- Materias primas para la elaboración del papel.
- 4.- Caracteres de las fibras en la fabricación del papel.
- 5.- Objetivos.
- 6.- Métodos
- 7.- Conclusiones
- 8.- Literatura citada.

## Introducción.

### 1.- Laboratorio Central de Aduanas.

El Laboratorio Central de Aduanas en nuestro país se estableció a principios del año 1900, cuando se instaló el primer laboratorio químico en el Palacio Nacional. No fue sino hasta 1968 cuando se proyectó la creación y la construcción del Laboratorio Central de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, cuya construcción culminó en 1970, con la inauguración del edificio que actualmente ocupa en la calzada Legaría en la Ciudad de México. En 1988 fue incorporado a la Dirección General de Aduanas y en 1996 se convirtió en la Administración Central de Laboratorio y Servicios Científicos, dependiente de la Administración General de Aduanas, cuyas funciones son equivalentes a las que se realizan en los laboratorios de aduanas de Canadá y de los Estados Unidos de Norteamérica.

El Laboratorio Central de Aduanas, pertenece a la Organización Mundial de Aduanas (OMA); esta organización sugiere la estandarización de los elementos que intervienen en el comercio exterior, para designar y codificar en forma uniforme y universal los productos que se comercian en los mercados internacionales, utilizando el "Sistema Armonizado" (SA) como Nomenclatura base de Arancel Aduanero. En este sentido, el Laboratorio Central de Aduanas de México se encuentra participando en el Comité del Sistema Armonizado, en los foros Trinacionales de Grupo de Trabajo de Laboratorios para la implementación del TLCAN y en el Subcomité Científico de la Organización Mundial de Aduanas ([http://www.uvm.cl/sitio\\_iri/diploma/monog2/LA%20pdf](http://www.uvm.cl/sitio_iri/diploma/monog2/LA%20pdf)). Toda la gama de productos que se fabrican en cualquier parte del mundo está concentrada en el Sistema Armonizado (SA), aunque su nombre completo es "Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías". Éste consta de un documento elaborado bajo los auspicios del Consejo de Cooperación Aduanera y con ello se ha facilitado un lenguaje común entre todos los países que realizan operaciones comerciales. Por esta razón México basa su Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (TLIGIE) en la Nomenclatura del Sistema Armonizado desde 1988. El Sistema Armonizado por lo tanto cumple con cuatro objetivos: facilitar las operaciones

---

<sup>1</sup>La OMA es un cuerpo intergubernamental independiente con membresía mundial; su misión es mejorar la eficiencia y efectividad de las Administraciones de Aduanas, está conformada por 164 países.

de comercio internacional, reducir los costos y el tiempo de los intercambios mundiales, facilitar la recolección de información para construir estadísticas confiables y por último ayudar a la identificación de un bien si se importan los problemas de idioma. El SA se compone de 21 secciones 98 capítulos, aproximadamente 1200 partidas y más de 5000 subpartidas (<http://www.mktglobal.iteso.mx/numanteriores/2004/Sep04/Sep042.htm>).

Bajo el contexto anterior en el Laboratorio Central de Aduanas en México se analizan mercancías como textiles, productos farmacéuticos, minerales, colorantes, papeles, maderas, alcoholes de importación y cueros, entre otros. Este laboratorio está considerado dentro de los principales del mundo, ya que mantiene un nivel tecnológico de alta calidad, comparable con los de Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, España, Bélgica, Holanda y Japón.

Dentro de la estructura de un Laboratorio Aduanero de primer nivel, debe estar incluido un Departamento de Análisis de Papel. En México, los laboratorios de análisis de papel forman parte de las empresas productoras de celulosa y papel, para efectuar el control de calidad de su producto. Así mismo, la Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa y del Papel, A.C. (A.T.C.P.) también apoya a diferentes empresas efectuando control de calidad a los productos de papel.

Uno de los primeros laboratorios para el análisis de papel a nivel mundial fue establecido por la Asociación Técnica de la Industria de la Pulpa y del Papel (Technical Association of the Pulp and Paper Industry –TAPPI-) cuya División de pruebas tiene como una de sus principales actividades el desarrollo y estandarización de las mismas. Otra corporación que también desarrolla procedimientos de prueba es la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials –ASTM-). En 1961 ambas agrupaciones formaron un comité conjunto sobre pruebas de papel, por lo que los métodos publicados para evaluar dicho material deben ser idénticos (Libby, 1974).

Con base en lo expuesto en este trabajo se pretende dar a conocer los métodos analíticos ya establecidos que se emplean en el Laboratorio Central de Aduanas a través de su Departamento de Análisis de Papel, en apoyo a los productos nacionales; De estos métodos se obtienen resultados de pruebas efectuadas a mercancías de importación, las cuales pueden ser comparadas con las nacionales en cuanto a calidad y especificaciones del producto. Hoy en día existen diferentes problemáticas con productos de gran importancia económica como son el papel higiénico y el papel bond por mencionar algunos. El Laboratorio Central de Aduanas entrega a petición de la Junta de Sectores de Importación Sector Papel y la Secretaría de Economía, una serie de resultados de pruebas aplicadas a las mercancías solicitadas, esta última toma acciones y decisiones para proteger al producto nacional, como aumentar las cuotas compensatorias y poner límites en la cantidad de producto que entra al país; por su parte las Aduanas efectúan operativos para aumentar el muestreo y así poder dar un seguimiento adecuado. Sin embargo, estas acciones no se pueden llevar a cabo si no están avaladas y soportadas por pruebas confiables y de calidad que se efectúan en el Departamento de Análisis de papel ya mencionados.

## 2.- Industria del papel en México.

En la industria del papel a nivel mundial, destacan Estados Unidos, Canadá, Brasil, Chile y algunos países de continente asiático, como los principales productores de materia prima. En nuestros días México importa cerca de tres mil millones de dólares en celulosa para la fabricación de papel ([www.prensa@papermarket.cl](http://www.prensa@papermarket.cl)); Sin embargo, la industria de la celulosa y del papel en nuestro país mantiene una posición importante en Latinoamérica. La capacidad de producción de celulosa y papel se distribuye en 62 plantas y 18 entidades federativas, en la producción de papel dando empleo a 26,854 personas. Las principales empresas productoras de celulosa en México son: Corporación Durango, S.A. de C.V., Kimberly Clark de México, S.A. de C.V. y Pondercel, S.A. de C.V. ([www.enfasis.com/packging/seccionnotaestadistica.asp](http://www.enfasis.com/packging/seccionnotaestadistica.asp)).

Las principales empresas productoras de envases de papel y cartón son: Cartonajes Estrellas, S.A. de C.V., Cartones Ponderosa, S.A. de C.V., Copamex, S.A. de C.V., Corporación Durango, S.A. de C.V., Smurfit Cartón y Papel de México, S.A. de C.V. y Weyerhaeuser de México, S.A. de C.V. ([www.enfasis.com/packging/seccionnotaestadistica.asp](http://www.enfasis.com/packging/seccionnotaestadistica.asp)). Durante el año 2008, la producción de envases y embalajes de papel y cartón registro un total de 2,227,893 toneladas, que comparado con las 2,230,123 del año anterior represento un ligero decremento del 1.0% (CNICP 2008). México es uno de los países que mayor fibra reciclada utiliza en el mundo, ya que 83.3% de los papeles comercializados en el mercado doméstico están elaborados con este material ([www.eluniversal.com.mx/finanzas/53603.htm](http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/53603.htm)).

## 3.- Materias primas para la elaboración del papel.

Debido a la importancia de las fibras en la industria papelera es conveniente conocer los diferentes tipos existentes y sus características, dependiendo de su origen. Las fibras celulósicas empleadas para la obtención de papel pueden clasificarse en dos grupos, fibras madereras y no madereras.

### Fibras madereras.

Proviene de especies vegetales que desarrollan un tronco donde se acumulan preferentemente las mejores fibras. En función del tamaño de las fibras que proporcionan las diferentes especies se puede realizar una nueva clasificación:

Fibras cortas: Corresponden a árboles de madera dura, como el eucalipto y algunas especies de latifoliadas (hoja ancha) como el abedul (*Betula alba*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y su longitud está comprendida entre 0.75 y 2 mm, conteniendo además un porcentaje elevado de celulosa.

Fibras largas: Proviene de árboles de madera blanda, fundamentalmente coníferas como el abeto (*Abies* sp.) y el pino (*Pinus* sp.) y su longitud está comprendida entre los 3 y 5 mm, resultando la pasta de papel más resistente.

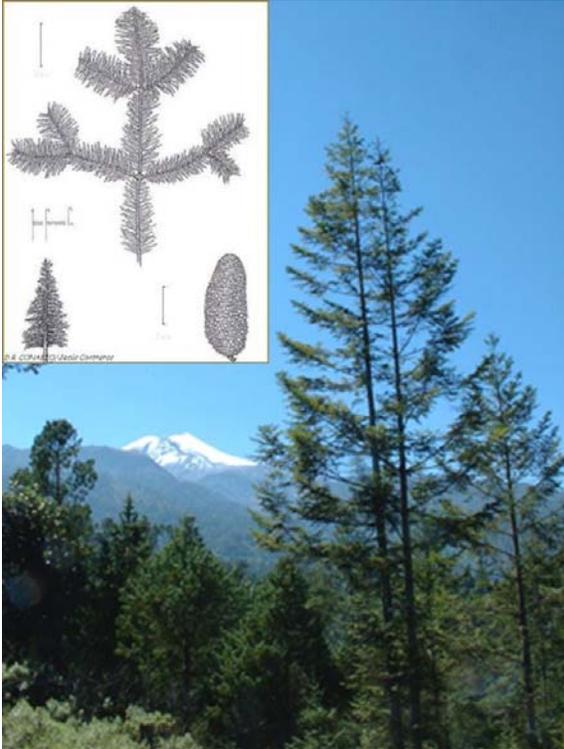
### Fibras no madereras.

Son originarias de diferentes especies de plantas. En los países industrializados se utilizan para producir papeles especiales; pero en otros son la principal materia prima para la fabricación de papel. Estas fibras presentan un gran potencial de desarrollo para sustituir a las fibras madereras. Los tipos más utilizados son:

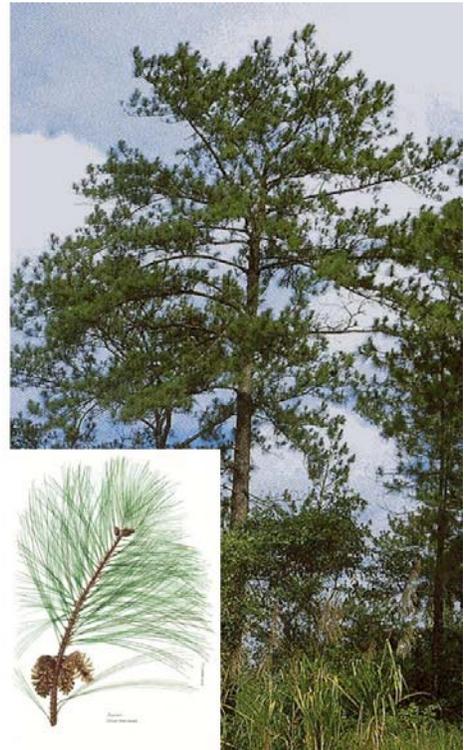
-Fibras de semillas de algodon (*Gossypium hirsutum*), se utilizan en la fabricación de papeles finos de escritura.

- Fibras obtenidas de las vainas del árbol conocido como ceiba (*Ceiba pentandra*).
- Fibras de cáscara de coco (*Cocos nucifera*), la cuál se utiliza a como material de desecho en la industria del papel.
- Fibras liberianas.- Se obtiene a partir de la corteza de diferentes plantas dicotiledóneas.
  - a) Fibra de lino (*Linum usitatissimum*), se utiliza para la elaboración de papel de escritura, papel carbón y papel moneda (dólar).
  - b) Fibras de cáñamo (*Cannabis sativa*), se ha utilizado en ciertos papeles especiales, tales como el biblia y el papel cigarrillos.
  - c) Fibras de yute (*Corchorus capsularis*), por su dureza y durabilidad, se usa con pulpa Kraft en calidades de papel que requieren esas propiedades en alto grado
  - d) Fibra de ramio (*Boehmeria nivea*), la fibra más larga, que se ha utilizado en la industria papelera.
  - e) Fibra de la morera del papel (*Morus alba*), se utiliza en la elaboración de hojas especiales en Japón.
  
- Fibras de gramíneas. Incluye fibras que se obtienen de los haces vasculares de varias plantas monocotiledóneas.
  - a) Pajas de cereales como trigo (*Triticum* spp.), arroz (*Oryza sativa*), avena (*Avena sativa*), centeno (*Secale cereale*) y cebada (*Hordeum vulgare*), se han empleado, en varias partes del mundo, para la obtención de pulpas celulósicas.
  - b) Fibras de bagazo (*Saccharum officinarum*), el bagazo esta constituido por tallos aplastados de la caña de azúcar después de la extracción del jugo. Se puede utilizar para la elaboración de papeles para escritura.
  - c) Fibras de tallo de maíz (*Zea mays L.*), se utilizan en la industria papelera de los Estados Unidos.
  - d) Fibras de bambú (*Phyllostachys* spp.), esta planta existe en gran cantidad en el mundo y su rápido crecimiento hacen de este vegetal una gran fuente de producción de papel.
  - e) Fibras de esparto o esparto grass (*Stipa tenacissima*), se utiliza para la fabricación de papel de alta calidad en Inglaterra.
  
- Fibras de hojas. Las hojas de abacá (*Musa textilis*) se emplean debido a la longitud y resistencia de sus fibras, las cuales originan buena flexibilidad.
- Fibras recuperadas. Las fibras presentes en el papel y cartón viejo pueden volver a utilizarse para fabricar papel y cartón de nuevo. A través del proceso de reciclado se pueden recuperar la mayoría de las fibras de celulosa que contiene el papel, aunque este proceso no se puede repetir indefinidamente, pues las fibras recuperadas pierden resistencia siendo necesario aportar, según la resistencia del papel que se quiera fabricar, una proporción de fibras vírgenes al proceso de reciclado, ya sea procedentes de madera o de otras fibras vegetales (<http://www.textoscientificos.com/papel/fibras>).

## Diversas especies proveedoras de fibras



*Abies religiosa*



*Pinus sp*



*Ceiba pentandra*



*Gossypium hirsutum*



*Cocos nucifera*



*Linum usitatissimum*



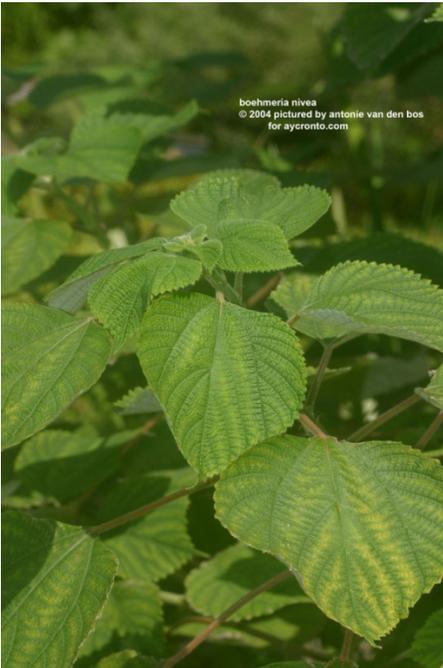
*Cannabis sativa*



*Corchorus capsularis*



*Morus alba*



*Boehmeria nivea*



*Triticum spp*



*Oryza sativa*



*Avena sativa*



*Hordeum vulgare*



*Secale cereale*



*Saccharum officinarum*



*Zea mays L.*



*Phyllostachys spp*



*Stipa tenacissima* (Esparto grass)

#### **4.-Características de las fibras en la fabricación del papel.**

Las propiedades del papel dependen en gran manera de la estructura de las diversas fibras que componen la hoja. Las dos características estructurales más importantes son la longitud de fibra y el espesor de la pared celular. Se requiere una longitud mínima para una buena unión entre fibras y la longitud de fibras es proporcional a la resistencia de desgarre.

-La longitud de la fibra. Proporciona características variadas al papel; cuando las pulpas son de fibra corta le dan suavidad, opacidad y lisura a la hoja (características de papeles de impresión). En algunos tipos de papel se mezcla cierta proporción de fibra larga con el objeto de atender los requisitos mínimos de resistencia que exige el mercado. Las pulpas de fibra corta en 100% dan una mayor debilidad en la hoja húmeda y la resistencia es inferior, las pulpas con un mayor porcentaje de fibra larga sirve para papeles de mayor resistencia al rasgado, debido posiblemente al enlazamiento entre las fibras, dando como resultado una distribución de fuerzas en el papel (Sánchez, 1998; Tamarit, 1996).

-Grosor de la pared celular. Las fibras con paredes delgadas son mejores porque se aplastan, tomando la forma de bandas y ocupando una mayor área superficial de contacto. Sucede lo contrario con fibras de paredes gruesas que son tiesas y mantiene su forma poligonal, dificultando el enlazamiento entre fibras, sin embargo son resistentes al rasgado y a la degradación por el batido. El grosor de la pared se ha calificado como un factor importante en las características de la fibra, considerando en general que a mayor grosor de la pared, existe un volumen más alto en la producción de pulpa básica, resistencia al rasgado más alta, presentando además alta opacidad y un crecimiento en los valores de las pruebas de explosión, tensión y doblado (Sánchez; 1998, Tamarit, 1996).

-Diámetro del lumen. Esta característica es influenciada por el grosor de las paredes de la fibra y el diámetro total de la misma (Sánchez, 1998). (Tamarit, 1996).

#### **5.-Objetivos**

Debido a la importancia que tiene la asignación arancelaria del papel que se importa a México y utilizando como herramienta los métodos analíticos ya establecidos, los objetivos de este trabajo son:

- 1.-Dar a conocer los métodos comúnmente empleados en el Laboratorio Central de Aduanas para la identificación de los diferentes tipos de papel.
- 2.-Evaluar la aplicación de algunos métodos que se emplean en el análisis de los diferentes tipos de papel que se reciben con mayor frecuencia.
- 3.-Identificar los métodos más eficientes para una clasificación arancelaria correcta.

## **6- Material y método**

Compilación de bibliografía. Se llevo a cabo una revisión bibliográfica referente a los diferentes métodos de análisis de papel.

## **7.- Resultados**

Los métodos los podemos agrupar según las propiedades del papel a evaluar.

### **A.-Propiedades mecánicas del papel.**

- Peso ó gramaje
- Espesor ó calibre
- Resistencias a: Tensión (Elongación)  
Explosión  
Rasgado  
Doblez

### **B.- Propiedades de la superficie**

- Porosidad
- Lisura
- Resistencia de la superficie al levantamiento (Denninson)

### **C.- Propiedades ópticas**

- Blancura
- Brillantez
- Opacidad

### **D.-Permeabilidad a los fluidos (agua y aceite) y a los gases (aire)**

- Porosidad

### **E.-Pruebas microscópicas.**

- Determinación de tipo de proceso mecánico o químico.
- Características de la fibra.
  - Longitud de las fibras.
  - Espesor de pared y diámetro de las fibras.

## A.-Propiedades mecánicas del papel.

### Espesor

#### Método para determinar el espesor. TAPPI 411 om-89

El espesor llamado *c* alibre se define como la distancia perpendicular que existe entre las dos caras del papel. Su valor se expresa en milímetros, micras y puntos que son milésimas de pulgadas. La medición se hace por medio de micrómetros.

#### Factores que afectan al espesor.

- Composición fibrosa de la pasta.
- Contenido de humedad.
- Acabado del papel y presencia de irregularidades en la superficie.
- Contenido de cargas (relleno) y aditivos.

#### Importancia del espesor.

Este método se aplica a hojas de papel liso de cualquier calibre. El calibre uniforme en papeles para impresión es muy importante ya que las variaciones de espesor tienen como consecuencia diferencias de intensidad en el color de la tinta impresa. Asimismo al variar el espesor, el manejo del papel en algunas máquinas se dificulta. Este método es muy práctico, se usan aparatos manuales desde 0.01 mm hasta 2.0 mm y digitales que miden de 0.001 mm hasta menos.



Aparato para medir el espesor  
Micrómetro de freno de aire marca Lorentzen & Wettres.

## Peso

### Método para la Determinación de peso por metro cuadrado (Gramaje) TAPPI 410 om-93

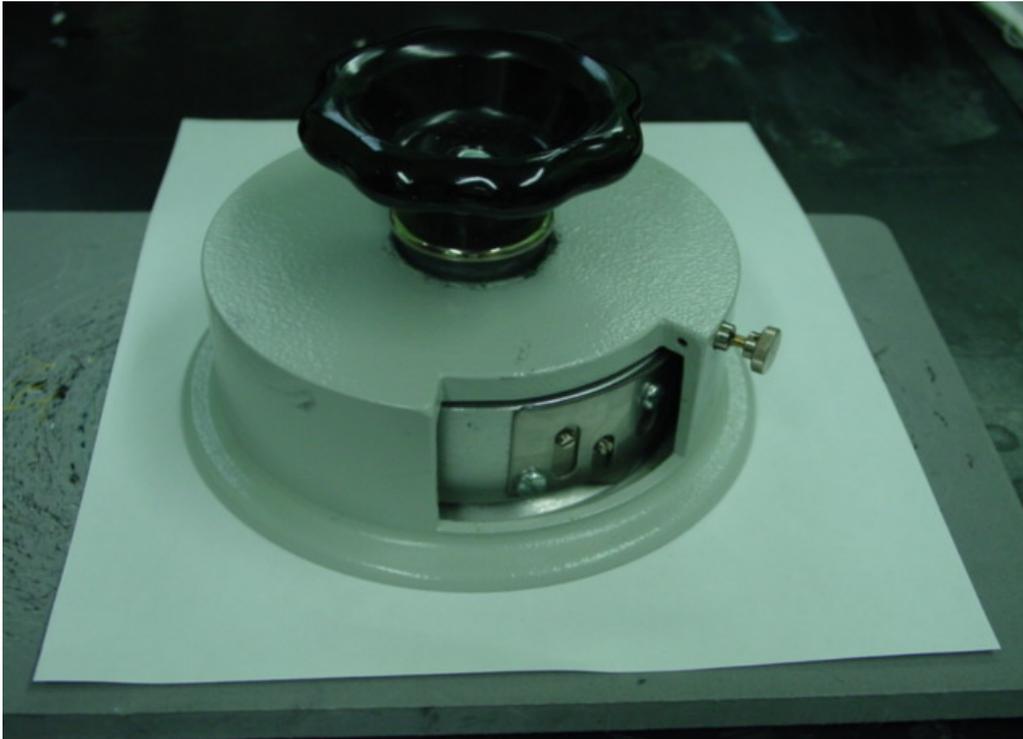
El peso es la masa por unidad de área, se expresa en gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ), también se conoce como gramaje. Esta propiedad debe ser controlada a  $23^\circ \text{C}$  y a 50% de humedad relativa.

#### Factores que afectan al peso.

- Contenido de humedad.
- Composición fibrosa de la pasta.
- Contenido de cargas y aditivos.

#### Importancia del peso.

El fabricante de papel maneja su producción en toneladas y vende el papel de acuerdo a su peso. El gramaje afecta a algunas propiedades físicas, donde a mayor gramaje aumenta la resistencia al rasgado y la explosión (Mullen). Este método se puede aplicar de manera sencilla y rápida para cualquier tipo de papel.



Cortadora circular de  $100 \text{ cm}^2$  de área, con soporte de plástico.

## **Resistencia a la tensión**

### **Método para Determinación de la Resistencia a la Ruptura por Resistencia a la Tensión. TAPPI 404 om-92**

Este método describe como se determinan dos propiedades relacionadas con la tensión en los papeles, es decir, la fuerza por unidad de anchura requerida para romper un papel (fuerza de tensión) y el porcentaje de elongación (es tiramiento) antes de la ruptura del papel. Esta prueba mide la fuerza necesaria para romper una tira de papel. También se conoce como Resistencia a la Tracción o Resistencia a la Tensión. Se mide en Kilogramo por metro sistema métrico ( kg/m)

### **Factores que afectan la tensión.**

- La cantidad y calidad de unión de las fibras, este es el factor más importante que afectan la resistencia a la tensión.
- Características de las fibras en su longitud.
- Contenido de la humedad a mayor humedad ocasiona una reducción en la resistencia a la tensión.

### **Importancia de la tensión.**

Es importante en los periódicos y en otros papeles impresos debido a que son sometidos a grandes tensiones, en imprentas continuas ya que ayudan a evitar la ruptura, debido a esto deben tener una alta resistencia tanto a la tensión como al rasgado. También es importante en las bolsas y en los papeles para envolver.

La resistencia a la tensión es siempre mayor en la dirección de la máquina que en la dirección transversal debido al mayor alineamiento de fibras en la dirección de la máquina, debido a la resistencia que opone la fibra a la ruptura. En el laboratorio este método solo es aplicable a papeles que se necesite determinar su resistencia, como Kraft para bolsa (embalaje) y papel Bond (impresión) debido a que deben cumplir las especificaciones que determina la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (TLI GIE). Este método puede aplicarse, a otros tipos de papel para impresión como el prensa (papel periódico), el cual es sometido a los grandes rodillos de las prensas de impresión.



Equipo para la prueba de Tensión  
Tensiómetro  
Marca Lorentzen & Wettres

### **Resistencia a la explosión**

#### **Método para determinar la Resistencia al Estallido “Mullen”. TAPPI 403 om-91**

El equipo “Mullen” está diseñado para determinar la resistencia a la explosión de papeles o productos papeleros en forma de hojas planas, esta prueba mide la fuerza necesaria para romper con un diafragma de caucho un área circular de 30.5 mm de una hoja de papel sujeta en mordazas anulares, expandida por una presión hidráulica, que aumenta con rapidez controlada, hasta que se rompe el papel de prueba. La indicación de la presión en ese instante se toma como resistencia a la explosión. La presión hidráulica ejercida sobre el diafragma es conocida como burbuja. Unidades kpa.

### **Factores que afectan la resistencia a la explosión.**

- La unión entre fibras y el largo de la fibra son factores que aumentan la resistencia a la explosión. Mientras más larga sea la fibra mas resistencia será el papel.

### **Importancia de la resistencia a la explosión.**

Esta prueba es importante en papeles para impresión (hojas de revistas, cuadernos y afines), papel periódico y para empaque (bolsas para pan, para envoltura de las latas y afines). En el laboratorio, se aplica en algunos papeles para empaque como: cartón, cartoncillo y kraftliner, es conveniente realizar este método en otros papeles para impresión como el prensa.

Equipos para determinar la prueba de explosión.



**Equipo de Resistencia al Estallido (Burbuja delgada para papel)**



Equipo de Resistencia al Estallido (Burbuja grande para cartón y cartoncillo)

### **Resistencia al rasgado.**

#### **Método para la Determinación de la Resistencia al Desgarre de Papeles. TAPPI 414 om-88**

La resistencia al desgarre es la fuerza que se opone par a rasgar un número determinado de hojas de papel o cartón, en el sentido de fabricación y en el sentido transversal del mismo, Unidades. mN

#### **Factores que afectan la resistencia al rasgado.**

- Características de la fibra. Número total de fibras que participan en la ruptura de la hoja, el largo de las fibras y el número y fuerza de las uniones de fibra a fibra.
- La resistencia aumenta al aumentar el largo de las fibras.

#### **Importancia de la resistencia al rasgado.**

Debido a que es la capacidad de un papel para resistir a la ruptura cuando se somete a un jalón. Esta prueba es muy usada para papeles para impresión que son encuadernados para libros y revistas ya que deben ser sometidos a este tipo de esfuerzos. Debido a esto el papel se puede rasgar con mayor facilidad en la dirección de la fibra. En el laboratorio se aplica esta prueba al papel Kraft para sacos (bolsas) y

para el papel Bond (impresión). Este método podría aplicarse a otros papeles utilizados para impresión como el papel prensa (periódico), toallas de uso higiénico y complementando su análisis. El departamento de análisis de papel ha desarrollado una metodología para determinar los valores de rasgado en papel higiénico.



Equipo Elmendorf para la determinación de la resistencia al desgarre.

### **Resistencia al doblar.**

#### **Método para determinar el doblar. TAPPI 511 om-96**

Prueba en práctica que mide el número de veces que se dobla el papel hasta que se rompe el cuál está sometido a una tensión.

#### **Factores que afectan al doblar**

- Gramaje
- Distribución de las fibras

#### **Importancia a la resistencia al doblar.**

Se ha observado que es más fácil el doblado del papel a lo largo de la dirección de la fibra, sin embargo los resultados de esta prueba varían mucho por ello han considerado la prueba como un procedimiento inútil.

## B.-Propiedades de la superficie.

### Porosidad.

#### Método para determinar Porosidad “Gurley” en papel. TAPPI 460 om-96

En esta prueba se mide como volumen de aire que pasa a través de un determinado tiempo y a una determinada presión.

#### Factores que afectan a la porosidad

- Gramaje
- Espesor
- Satinado y Calandrado
- Tamaño de poros
- Recubrimiento

#### Importancia a la porosidad.

La porosidad es un factor muy importante que influye en la absorción de las tintas, agua y adhesivos.

Es muy importante también en los papeles para elaborar bolsa, ya que deben tener cierta porosidad para que no se exploten al ser llenadas: también se utiliza en diferentes tipos de papel filtros.

Este método solo debe de usarse en papeles no esmucados es decir que no tengan ningún recubrimiento en su superficie. Es una propiedad relacionada con la estructura del papel que depende del número, tamaño, forma y distribución de los poros en una hoja.

Este método puede ser ocupado para analizar otros tipos de papeles como papel filtro, y papeles repelentes a la grasa. En el laboratorio se ocupa para analizar el papel Bond (impresión)



Equipo Gurley

## **Lisura**

### **Método para determinar la Lisura. TAPPI 479 om-91**

La lisura es una prueba relacionada con la superficie del papel, por lo que entre más áspera sea la muestra, mayor será el flujo de aire; los valores obtenidos dependen de la compresibilidad y porosidad del papel. Unidades Bekk

### **Factores que afectan a la lisura**

- Influyen la apariencia, el acabado ó satinado y las irregularidades en la superficie.
- Características de la fibra.- Las fibras cortas y más delgadas producen un papel más liso que las fibras largas.
- Influyen la aplicación de recubrimientos y el súper calandrado, aumentando la lisura del papel.
- Una buena lisura requiere la ausencia de huecos entre fibras y cargas, estar libres de marcas de tela o fieltro, materiales extraños y áreas maltratadas en el papel.

### **Importancia de la lisura**

Al hablar de topografía del papel se utiliza la lisura. Es un indicador del grado de irregularidades de la superficie (ásperas), que influye tanto en la apariencia como en la funcionalidad del papel. Es muy importante en la impresión de papeles debido a la uniformidad de superficie y a la facilidad de deslizamiento de las prensas.

Este método de igual manera puede ser aplicado a otro tipo de papeles para impresión, glassine, papeles y cartones para empaque por su relación con el deslizamiento, tienen que ser muy lisos. El método de lisura se ocupa en el laboratorio para analizar papel Bond y papel prensa.



Medidor automático de lisura Bekk

### **Resistencia de la superficie al levantamiento (Denninson).**

#### **Método para Determinar la Fuerza superficial del papel (Ceras Dennison) TAPPI 459 om-93**

Este método es aplicable a papeles cubiertos y no cubiertos; está diseñado para medir la fuerza superficial del papel. Es la resistencia del papel al desprendimiento de las partículas de la superficie. No es aplicable para papeles afelpados (fibras fuera de la superficie), ni para papeles que contengan adhesivo de resinas termoplásticas en la superficie.

En esta prueba se utilizan ceras calibradas con incremento en su poder adhesivo; éstas se adhieren a la superficie del papel para después desprenderlas mediante un jalón. El número más alto de cera de la serie, en el cual no existan daños a la superficie del papel, es el índice numérico de “pick”.

#### **Factores que afectan al levantamiento**

- Composición fibrosa del papel.- A medida que aumenta la proporción de fibras largas, la resistencia de la superficie del papel será mayor debido a que el número de uniones entre las fibras se incrementa.
- Contenido de cargas y partículas finas.
- Encolado del papel.

## Importancia de la superficie al levantamiento

Es una prueba muy importante para los papeles de impresión, ya que al entrar a la prensa no se deben desprender partículas o fibras. Sin embargo este método no es idóneo para papeles estucados, que ya se altera el estucado al contacto con la cera y arroja valores muy irregulares.



Kit de ceras Denninson

## C.- Propiedades ópticas.

### Blancura del papel.

#### Método para determinar la Blancura. TAPPI 525 om-92

La blancura del papel es una combinación de la reflectancia total de la luz blanca y de la uniformidad de la reflectancia en todas las longitudes de onda. Un blanco perfecto debería tener una reflectancia del 100%, en todas las longitudes de onda de la luz visible, pero no existe el blanco perfecto. Al decir que un papel es blanco nos referimos a que refleja toda la luz que llega a su superficie.

Una hoja de papel bond blanco normal contiene millones de fibras y finos, que son partículas muy pequeñas de fibras o cargas que al ser iluminadas por un haz luminoso, hacen que parte de los rayos de luz se reflejen en todas direcciones, tanto en la

superficie del papel, como en el interior de la hoja, debido a que hay una gran cantidad de partículas que reflejan la luz dentro de la hoja.

### **Factores que afectan a la blancura.**

El tipo de pulpa utilizada, la presencia de cargas o recubrimientos superficiales, la presencia de tintes o pigmentos de color y las operaciones de acabado que alteran la superficie de la hoja.

### **Importancia de la blancura.**

La mayor importancia es la económica ya que tienen más demanda los papeles con blancuras superiores siendo que el consumidor elige el papel más blanco, ya que estos papeles deben poseer blanqueadores ópticos. Este método está restringido a papeles de tengan una blancura arriba de 60%.

Este método se ocupa para papeles de impresión como el Bond, en el departamento de análisis de papel se aplica en papeles Tissue, como el papel higiénico.

### **Brillantez del papel “Brightness”**

#### **Método para determinar la Brillantez. TAPPI 480 om-96**

El brillo de un papel viene expresado como el porcentaje de la intensidad de la luz reflejada por una superficie cuando incide en ella un haz luminoso de intensidad prefijada. La propiedad del papel que permite medir su blancura es la brillantez,

La brillantez es una propiedad relacionada con la ausencia del amarillo, por lo tanto ha sido utilizada para determinar la eficiencia del blanqueo, por esta razón la blancura se conoce en forma general como brillantez.

### **Factores que afectan a la brillantez**

- La brillantez está asociado con una elevada lisura y calandrado del papel.

### **Importancia de la brillantez**

La brillantez es la mejor medida con que se cuenta para calcular la blancura máxima.

La prueba de brillantez se diseña para determinar la eficiencia del blanqueo y para eliminar lo amarillento de la celulosa. La brillantez también es adecuada para medir el envejecimiento del papel.

Este método es exclusivo para papeles con un alto grado de brillantez, como algunas cartulinas muy finas y papeles para impresión supercalandrados. El laboratorio no cuenta con el equipo para determinar brillantez.

## Opacidad

### Método para determinar la opacidad. TAPPI- 425 om-96

Es la resistencia al paso de la luz que posee un papel. Para medir la opacidad se determina la cantidad de luz transmitida por el papel. Si se transmite toda la luz la opacidad será igual a cero, por el contrario, si toda la luz se refleja o absorbe la opacidad será del 100%. Un papel perfectamente opaco es aquel que resulta totalmente impenetrable al paso de la luz visible.

### Factores que afectan a la opacidad

- La cantidad de cargas y contenido de pasta mecánica en el papel

### Importancia de la opacidad.

Esta propiedad de la hoja, impide que se vean las impresiones u objetos oscuros que se encuentre en su reverso ó en contacto con él. Se utiliza el papel negro para envolver película fotográfica.

Este método se ocupa para determinar la opacidad en papel es de impresión como el Bond, pero podría utilizarse en papeles con alto grado de refinación como el papel albanene.



Equipo para medir Blancura y Opacidad

## **D.-Permeabilidad a los fluidos.**

### **Método para determinar Porosidad “Gurley” en papel. TAPPI 460 om-96**

- Método tratado en los incisos anteriores.

## **E.- Propiedades microscópicas.**

### **Método para Análisis de Fibras en Papeles. TAPPI 401 om-93**

#### **-Determinación de tipo de proceso mecánico o químico.**

Empleando técnicas de tinción, se determinará el proceso de fabricación del papel. La observación de la tinción se hace microscópicamente y macroscópicamente. Con la solución de Florogluc inol directamente sobre el papel, se desarrollara una coloración rosa en las fibras que se han obtenido por procedimiento mecánico. Con la solución “C” Graff igual directamente en el papel se desarrolla una coloración violeta en las fibras que se han obtenido por un proceso químico. Esta determinación es importante debido a que dependiendo el proceso se clasifica en una fracción arancelaria específica.

#### **-Características de la fibra.**

##### **-Longitud de las fibras.**

Se determina a través de medir la fibra si está en el rango de 0.75 mm a 2 mm, corresponde a una latifoliada y es esta en el rango de 3 mm a 5 mm, será una conífera. Se determina a través de la observación microscópica de las fibras, exclusivamente determinando si pertenecen a las coníferas ó a las latifoliadas.

Esta determinación es importante debido al porcentaje de tipo de fibra que se tenga y aunado al tipo de proceso, se clasificara al papel a una fracción específica.

##### **-Espesor de pared y diámetro de las fibras.**

Esta determinación hasta el momento no se ha realizado en las fibras que componen al papel, debido a que arancelariamente no es necesaria. Sin embargo, es de gran importancia complementar nuestros análisis, con datos de medición del espesor y diámetro de fibras para que sean más completos nuestros resultados.

##### **-Identificación de fibras en los papeles.**

Esta determinación hasta el momento no se ha realizado en las fibras que componen al papel, debido a que arancelariamente no se requiere.

Es necesario profundizar en el conocimiento de las características químicas y morfológicas de las fibras, para conocer el comportamiento del papel.

## **F.-Propiedades Químicas**

### **Humedad.**

#### **Método para determinar la Humedad. TAPPI 412 om-88**

Las propiedades de un papel, dependen en un alto grado de su contenido de humedad. El papel es un material higroscópico y entra en equilibrio con la humedad del ambiente que lo rodea, variando así su contenido de humedad. Establece TAPPI que el ambiente debe estar acondicionado 23 +/- 1 C y 50 +/- 2% de humedad.

#### **Factores que afectan a la humedad**

- Composición fibrosa del papel
- Aditivos agregados
- Tratamiento de la superficie de la hoja.

#### **Importancia de la humedad**

Si aumenta la humedad relativa. Aumenta la Elasticidad, la Resistencia al rasgado y al doblez, si disminuye la humedad relativa, disminuye la tensión a la explosión y a la resistencia a la tensión.

En este método los resultados obtenidos, son muy susceptibles al medio ambiente donde se realicen. De hecho los valores de humedad generalmente nunca se acercan a las especificaciones establecidas del papel analizado. En el laboratorio únicamente se toman valores de humedad al papel Bond, debido a las especificaciones establecidas por la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (TLIGIE). Sin embargo, se podría verificar exclusivamente con este método a papeles cuando los resultados obtenidos de pruebas que se ven afectadas por la humedad estuvieran fuera de rango.

### **Cenizas**

#### **Método para cuantificar contenido de ceniza. TAPPI 413 om-93**

La determinación de cenizas se aplica con la finalidad de determinar la cantidad de carga inorgánica que estas contienen o bien es necesaria la determinación de elementos inorgánicos dentro de la estructura molecular.

#### **Importancia de las cenizas.**

Al determinar el % de cenizas en un papel se podrá correctamente clasificar arancelariamente.

## **Conclusiones:**

Las propiedades físicas y químicas de un papel, están sujetas principalmente a las características de la fibra como son su longitud, grosor de la pared y diámetro del lumen, no podemos decir que un tipo de fibra sea mejor que otra, esto va a depender de los requerimientos del fabricante.

Todas las propiedades del papel están íntimamente relacionadas, ya que al alterar alguna de ella, por ende modificamos cualquier otra, es difícil obtener valores máximos de alguna propiedad sin minimizar otra.

En el Laboratorio Central de Aduanas se emplean los métodos analíticos de la Asociación Técnica de la Industria de la Pulp a y del Papel (Technical Association of the Pulp and Paper Industry –TAPPI-), debido a que rigen a todos los laboratorios de papel del mundo, estas pruebas no manejan parámetros de calidad.

Las metodologías analíticas son una herramienta que se utiliza en el Laboratorio Central de Aduanas para comprobar la naturaleza y composición de las muestras de mercancías que son objeto de comercio exterior.

Debido a la gran variedad de papeles que llegan al Laboratorio del Departamento de Análisis del papel, a través de las Aduanas del país, se emplean los métodos analíticos más convenientes, para identificar correctamente los papeles, los cuales en base a las especificaciones técnicas que rige la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (TLIGIE), nos permitirá determinar una correcta clasificación arancelaria.

## 8.-Bibliografía:

Asenjo, J.L., Bardadillo P. y González M.P. 1992. Diccionario terminológico iberoamericano de celulosa, papel y sus derivados. Comisión Interministerial. España.

ATCP "NORMA T403 om-91. Vol. XLI No. 5 México 2001 pp52-57

Casey, J.P.1990. Pulp and paper chemistry and chemical technology. Vol. 1. Interscience Publishers, Inc. NewYork 125 pp.

CNICP. 2005. Memoria Estadística de la Cámara Nacional de la Industria y Celulosa y el papel. México.

Grant, J. "Manual sobre la Industria del Papel", Cia. Editorial Continental, 678 pp.

Libby, C.E. 1974. Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel. Vo I. 11. Continental, S. A. México. 534 pp.

Markstrom, H. 1999. Métodos e Instrumentos de Prueba para el Cartón Corrugado. Lorentzen Wettre.

Método TAPPI 525 om-92 "Diffuse brightness of pulp (d/0)

Norma Oficial Mexicana NOM-EE-108-1981

Sánchez, R.L. 1998. Celulosa y Papel. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 178 pp.

Tamarit, J.C. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. Madera y Bosques 2(2):29-41.

TAPPI test Methods; Método T401, om-93; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T403, om-91; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T404, om-92; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T410, om-93; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T411, om-89; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T412, om-88; TAPPI Press (1993)

TAPPI test Methods; Método T413, om-93; TAPPI Press (1993)

TAPPI test Methods; Método T414, om-88; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T425, om-96; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T459, om-93; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T460, om-96; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T479, om-91; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T480, om-96; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T511, om-96; TAPPI Press (1996)

TAPPI test Methods; Método T525, om-92; TAPPI Press (1993)

TLIGIE 2000. Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación.

Referencias electrónicas.

<http://www.textoscientificos.com/papel/fibras>

<http://www.mktgglobal.iteso.mx/numanteriores/2004/Sep04/Sep042.htm>

[http://iconio.com/ABCD/B/sec\\_6.htm](http://iconio.com/ABCD/B/sec_6.htm)

[http://www.wililearning.com/monografia/historia\\_del\\_papel\\_en\\_mexico-el\\_papel\\_como\\_material\\_sagrado/20933-1](http://www.wililearning.com/monografia/historia_del_papel_en_mexico-el_papel_como_material_sagrado/20933-1)

[www.paperonline.org/history/history\\_frame.html](http://www.paperonline.org/history/history_frame.html)

[www.hqpapermaker.com/paper\\_history](http://www.hqpapermaker.com/paper_history)  
[www.paperlink.com.au/au/cpa/htm/htm\\_paper\\_history.](http://www.paperlink.com.au/au/cpa/htm/htm_paper_history)  
[www.wipapercounal.org/history.htm](http://www.wipapercounal.org/history.htm)  
[www.wilmac.com.mx/laboratorio/laboratorio.htm](http://www.wilmac.com.mx/laboratorio/laboratorio.htm)  
[http://www.uvm.cl/sitio\\_iri/diploma/monog2/LA%20ORGANZIACION%20MUNDIAL%20DE%20ADUANAS,%20Cecilia%20Campos.pdf\)](http://www.uvm.cl/sitio_iri/diploma/monog2/LA%20ORGANZIACION%20MUNDIAL%20DE%20ADUANAS,%20Cecilia%20Campos.pdf)  
[www.enfasis.com/packging/seccion\\_nota\\_estadistica.asp.](http://www.enfasis.com/packging/seccion_nota_estadistica.asp)  
[www.prensa@papermarket.cl](http://www.prensa@papermarket.cl)