

**ELABORACIÓN DE UNA GASA ULTRA ABSORBENTE
DE USO ODONTOLÓGICO**

**ANDREA ALEXANDRA BELTRÁN CASTRO
INGRID GINETTE GUERRERO POVEDA
ANTONIO AUGUSTO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ
ANA MARCELA LEÓN OSPINA
CLAUDIA PAOLA MUÑOZ GALINDO
BETTY YOLANDA REYES LÓPEZ
PAULA ANDREA RODRÍGUEZ FORERO
SORAYA DEL PILAR RODRÍGUEZ CARDONA
INGRID ANDREA ROGELES SÁNCHEZ
HAMILTON TORRES VÁSQUEZ
ANDRÉS VARGAS CALDERÓN
LIZ MÓNICA ZAMBRANO GÓMEZ**

**COLEGIO UNIVERSITARIO COLOMBIANO
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
BOGOTÁ, D.C.
2001**

**ELABORACIÓN DE UNA GASA ULTRA ABSORBENTE
DE USO ODONTOLÓGICO**

**ANDREA ALEXANDRA BELTRÁN CASTRO
INGRID GINETTE GUERRERO POVEDA
ANTONIO AUGUSTO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ
ANA MARCELA LEÓN OSPINA
CLAUDIA PAOLA MUÑOZ GALINDO
BETTY YOLANDA REYES LÓPEZ
PAULA ANDREA RODRÍGUEZ FORERO
SORAYA DEL PILAR RODRÍGUEZ CARDONA
INGRID ANDREA ROGELES SÁNCHEZ
HAMILTON TORRES VÁSQUEZ
ANDRÉS VARGAS CALDERÓN
LIZ MÓNICA ZAMBRANO GÓMEZ**

**Asesora Científica y Metodológica:
Dra. INÉS AMPARO REVELO MEJÍA
Odontóloga, Magíster en Administración de Salud**

**COLEGIO UNIVERSITARIO COLOMBIANO
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
BOGOTÁ, D.C.
2001**

**ELABORACIÓN DE UNA GASA ULTRA ABSORBENTE
DE USO ODONTOLÓGICO**

**ANDREA ALEXANDRA BELTRÁN CASTRO
INGRID GINETTE GUERRERO POVEDA
ANTONIO AUGUSTO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ
ANA MARCELA LEÓN OSPINA
CLAUDIA PAOLA MUÑOZ GALINDO
BETTY YOLANDA REYES LÓPEZ
PAULA ANDREA RODRÍGUEZ FORERO
SORAYA DEL PILAR RODRÍGUEZ CARDONA
INGRID ANDREA ROGELES SÁNCHEZ
HAMILTON TORRES VÁSQUEZ
ANDRÉS VARGAS CALDERÓN
LIZ MÓNICA ZAMBRANO GÓMEZ**

**Trabajo de Investigación realizado como requisito parcial
para optar el título de Odontólogos**

**Asesora Científica y Metodológica:
Dra. INÉS AMPARO REVELO MEJÍA
Odontóloga, Magíster en Administración de Salud**

**COLEGIO UNIVERSITARIO COLOMBIANO
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
BOGOTÁ, D.C.
2001**



El trabajo de grado “ELABORACIÓN DE UNA GASA ULTRA ABSORBENTE DE USO ODONTOLÓGICO”, elaborado por ANA MARCELA LEÓN OSPINA, ANDREA ALEXANDRA BELTRÁN CASTRO, ANDRÉS VARGAS CALDERÓN, ANTONIO AUGUSTO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, BETTY YOLANDA REYES LÓPEZ, CLAUDIA PAOLA MUÑOZ GALINDO, HAMILTON TORRES VÁSQUEZ, INGRID ANDREA ROGELES SÁNCHEZ, INGRID GINETTE GUERRERO POVEDA, LIZ MÓNICA ZAMBRANO GÓMEZ, PAULA ANDREA RODRÍGUEZ FORERO y SORAYA DEL PILAR RODRÍGUEZ CARDONA, ha sido aprobado como requisito parcial para optar el título de Odontólogos.

Asesora Científica y Metodológica

Director del Departamento de
Investigación y Salud Pública

Bogotá, 2001

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación a...

Nuestros padres, porque sin su apoyo y constancia no hubiera sido posible alcanzar nuestras metas propuestas.

Al cuerpo docente de esta institución, que contribuyó a hacer de nosotros personas capaces de enfrentarse al mundo, conservando los criterios que día a día se nos inculcaron.

A nuestros mismos compañeros, por haber sabido manejar las situaciones de intolerancia y de diferencias de opinión, y porque a pesar de tantos obstáculos, logramos la unión y el conocimiento un poco más profundo de cada uno de nosotros.

A todas las personas que de una u otra manera, con su más mínimo aporte, creyeron y confiaron en nuestro trabajo.

Andrea
Ginnette
Antonio
Marcela
Claudia
Betty
Paula
Soraya
Ingrid Andrea
Hamilton
Andrés
Liz Mónica

MATERIAL COMPLEMENTARIO LISTA ESPECIAL

ANEXO 1. Encuesta

ANEXO 2. Tabulación de la encuesta

- Tabla 1. Pregunta 1: ¿Qué tan cómoda es esta gasa para usted?
- Tabla 2. Pregunta 2: ¿Cuál es el grado de absorción respecto a la gasa de uso convencional?
- Tabla 3. Pregunta 3: ¿Cómo le pareció el tamaño de la gasa con respecto a la gasa de uso convencional?
- Tabla 4. Pregunta 4: ¿Cuál fue la cantidad de gasas utilizadas?
-
- Gráfica 1. Respuesta a la Pregunta 1: ¿Qué tan cómoda es esta gasa para usted? (Distribución porcentual)
- Gráfica 2. Respuesta a la Pregunta 2: ¿Cuál es el grado de absorción respecto a la gasa de uso convencional? (Distribución porcentual)
- Gráfica 3. Respuesta a la Pregunta 3: ¿Cómo le pareció el tamaño de la gasa con respecto a la gasa de uso convencional? (Distribución porcentual)
- Gráfica 4. Respuesta a la Pregunta 4: ¿Cuál fue la cantidad de gasas utilizadas? (Distribución porcentual)

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.1 PROBLEMA	9
1.2 JUSTIFICACIÓN	9
1.3 PROPÓSITO	9
1.4 MARCO TEÓRICO	10
1.4.1 Gasa	10
1.4.2 Liofilización	33
1.4.3 Esterilización	42
1.4.4 Queratina	42
1.4.5 Gelatina	43
1.5 OBJETIVOS	44
1.5.1 General	44
1.5.2 Específicos	44
2. MÉTODO	45
2.1 TIPO DE ESTUDIO	45
2.2 OBJETO DE ESTUDIO	45
2.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO	45
2.4 VARIABLES	45
2.5 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	46
2.6 PROCEDIMIENTO	46
2.6.1 Procedimiento para el diseño	46
2.6.2 Procedimiento para la fabricación	46
2.6.3 Procedimiento para la evaluación	48
3. RESULTADOS	49
3.1 DISEÑO	49
3.2 FABRICACIÓN	49
3.3 EVALUACIÓN	50
3.3.1 Comodidad	50
3.3.2 Grado de absorción	50
3.3.3 Tamaño	50
3.3.4 Cantidad utilizada	50
4. DISCUSIÓN	51
5. CONCLUSIONES	52
6. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	
MATERIAL COMPLEMENTARIO – LISTA ESPECIAL	

INTRODUCCIÓN

La gasa es uno de los apósitos más utilizados en odontología como herramienta indispensable en los procedimientos orales. Su función es absorber fluidos tales como saliva y sangre, de manera que permite aislar tejidos en los diferentes tratamientos.

Se ha visto la necesidad de utilizar una gasa con mayor absorción que la gasa convencional porque no se encuentra actualmente en el mercado. Por este motivo se pensó en el diseño de una nueva gasa de alta absorción y cuya efectividad fuera mayor que la de uso convencional. Para esto se recurrió a la tecnología desarrollada para otros productos absorbentes que se encuentran en el mercado, dado que se ajusta perfectamente a las necesidades del procedimiento oral. Con la elaboración de este producto se pretende obtener una herramienta para los odontólogos que sea más útil y eficiente que la actual.

Se elaboró una encuesta que permitiera evaluar la opinión sobre la gasa diseñada con respecto a la gasa convencional, y se aplicó en procedimientos quirúrgicos orales realizados por estudiantes y docentes en la Clínica de Pregrado del C.O.C.

1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA

En el medio odontológico no hay una gasa que reúna propiedades ideales de absorción. En la mayoría de procedimientos en los que se utiliza; este material no proporciona un nivel satisfactorio de absorción.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta gasa se diseñó para obtener procedimientos odontológicos con mejores resultados de absorción. Este modelo de gasa es de suma importancia para el operador porque brindará mejor manipulación y eficiencia de los tratamientos.

1.3 PROPÓSITO

Esta investigación pretende realizar una gasa que haga más fácil y eficaz el trabajo de los odontólogos, ya que se espera mayor absorción en los procedimientos clínicos.



1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Gasa. Es una banda de tela suave y esterilizada que se utiliza para compresas y vendajes, entre otros. Es un tejido donde los hilos de urdimbre no se encuentran paralelos uno al otro, sino que un hilo de cada par se cruza sobre el otro antes de insertar el hilo de la trama. Este tejido de gasa se elabora con un diámetro de expandín que puede utilizarse en un telar plano o a máquina. El aditamento está formado por una aguja semejante a una horquilla soportada por los hilos. Un hilo de cada par se enhebra a través de un ojo en el extremo superior de la aguja y el otro se hace pasar dentro de los hilos, ambos hilos se estiran por el mismo diente del peine durante el tejido. Cuando uno de los hilos se eleva, la urdimbre que pasa por el expandín y que está ensartada por el ojo de esta aguja se estira a la izquierda, cuando el otro hilo se eleva, el mismo hilo se estira a la derecha. (Icontec 1985).

Observando una tela de gasa de vuelta, podría pensarse que los hilos están torcidos uno alrededor del otro. No es así, el examen cuidadoso muestra que están cruzados y que un hilo del par siempre se encuentra sobre el otro. Las telas construidas en tejido de gasa de vuelta se asemejan a encajes. Las telas fabricadas en tejido de gasa incluyen el marquisette de poliéster que se usa para cortinas transparentes. Las cortinas se hacen en un tejido de gasa, también se hacen cobertores térmicos que se bordan algunas veces en tejidos de gasa, todas estas telas se caracterizan por espacios abiertos que se encuentran entre hilos. (Icontec, 1985).

Dos son las condiciones esenciales de todo buen apósito:

- Debe estar libre de gérmenes
- Debe absorber rápidamente los exudados de la herida.

Se ha comprobado que la gasa absorbe bien los líquidos y los transmite rápidamente por sus mallas a la superficie, donde se evaporan, en tanto que las capas más profundas siguen absorbiendo. Por poseer en alto grado estas cualidades, la gasa es mejor sustancia para apósito que el algodón, el cual si bien admite más líquido que la mayor parte de las otras sustancias, no lo absorbe tan bien. Otros materiales que se empapan bien, retienen el líquido y, por consiguiente, cesan de absorber una vez saturados. La gasa es el material que hoy se emplea casi universalmente para apósitos.

La gasa se puede desinfectar con calor o con un ingrediente químico; el primero es el procedimiento preferible porque es una acción mucho más segura y no deja ninguna materia tóxica irritante. La esterilización se puede hacer por calor seco o por vapor nascente. Este último sistema es el que más se suele emplear, pues deja el material de cura seco, sin hacer perder su flexibilidad. La cámara de desinfección debe ser un espacio cerrado en el cual entre el vapor de manera que expulse completamente el aire. Otros materiales como la batista, que se pueden necesitar para curar heridas, han de ser esterilizados por el vapor. Todo el material de curas debe ser absorbente y estar libre de gérmenes.

La exudación de heridas es favorable al desarrollo de microorganismos. Si se deja acumular, y la herida permanece húmeda a la temperatura del cuerpo, se infecta con los microorganismos de la piel y ocasiona la supuración. En cambio, cuando la herida está cubierta con un apósito absorbente (y la gasa de buena calidad es lo más conveniente) el exudado que se produce es recogido por la capilaridad de los hilos y extendido en una amplia superficie, evitando así la acumulación localizada de serosidad, y permitiendo la rápida desecación. En determinada circunstancia esto no es suficiente y es necesario que el apósito impida el depósito de microorganismos. (Icontec, 1990).

La gasa impregnada de cianuro doble de mercurio y cinc o de yodoformo es el apósito antiséptico más comúnmente utilizado. Ninguno de estos preparados es bactericida, sólo posee el poder de impedir el desarrollo de microorganismos. El cianuro doble es muy poco soluble en el suelo sanguíneo pero si el exudado es copioso, las capas de gasa próximas a la herida pierden la sal, y los microorganismos existentes en ellas, que hasta ahora no han podido multiplicarse, pueden desarrollarse libremente e infectar la herida. El cianuro mercúrico es en extremo irritante para la piel, pero esta propiedad desaparece en gran medida al combinarlo con el cianuro de cinc. La esterilización de la gasa impregnada en el cianuro doble, ya sea por ebullición como por vapor, separa los dos cianuros. Por lo tanto, es evidente que no es satisfactorio este procedimiento de desinfección.

Como ya se ha mencionado, esta gasa no hace más que impedir el desarrollo de microorganismos, por lo cual debe desinfectarse previamente. Esto se puede hacer exponiéndola al vapor en formaldehído que se obtiene calentando aldehído paraformico. Es inútil esterilizarla con calor porque es yodoformo y volatiliza a los 97°C. A temperaturas superiores a los 100°C se desprende el yodo que cubre la gasa. La presencia de un color amarillo después de la esterilización con calor se debe al tinte artificial de la misma, como ácido pícrico, en el procedimiento de fabricación. (Icontec, 1990).

Las gasas absorbentes deben ser blancas, no tener hebras sueltas, deben estar libres de materias extrañas y si están destinadas a uso quirúrgico deben poseer un elemento de material radiopaco. Estas gasas, de acuerdo con el promedio de cuentas y masa por metro cuadrado, se clasifican en ocho tipos; los valores para la gasa absorbente que contiene rayón purificado se deben aumentar en 2.5%.

Para los tipos I a VII inclusive se aceptará una variación de +8% en la masa por metro cuadrado, cuando ésta se toma el ancho completo de la masa (Industria Farmacéutica y de Cosméticos - Gasa absorbente para uso medicinal).

Para el tipo VIII y para pequeña piezas de todos los tipos se aceptará una variación de +12% cuando la masa de la gasa se toma en su ancho completo. Además, también se clasifican de acuerdo con su proceso de producción en estériles y no estériles.

La longitud deberá ser mínima, con la siguiente tolerancia:

- Longitud superior a 45 cm: tolerancia de 3%
- Longitud inferior a 45 cm: tolerancia 8%.

Para ser sometida a esterilización deberá pasar por un ensayo donde se prueba el crecimiento microbiológico en los medios que se van a utilizar. Se introducen en recipientes separados, por duplicado, y por medio elegido, previamente esterilizado, más de 100 microorganismos de cada una de las siguientes especies: *Bacillus subtilis*, *Cándida albicans* y *bacteroides vulgatos*, que se incuban entre 30 y 35°C.

Se dejan las preparaciones por 7 días en medio satisfactorio, si el crecimiento celular es evidente. Simultáneamente se deben hacer dos controles de esterilidad de los medios, incubándolos sin microorganismos en las mismas condiciones de tiempo y temperatura indicadas.

Se colocan 300 cc de medio en recipientes adecuados, de boca ancha, que tengan capacidad de 500 cc y tapa adecuada; se lleva a esterilización en autoclave.

Usando técnicas asépticas se transfiere todo el contenido del paquete de gasa estéril que se va a ensayar. Se cierra herméticamente el recipiente y se agita durante 10 minutos. Se incuba a 20-25°C por no menos de 7 días y se

agita la muestra durante 10 minutos. Entonces se transfieren asépticamente 0.5 cc de la mezcla del medio a 15 cc del medio de cultivo. Se incuba este último a 30-35°C al menos durante 7 días.

Para determinar el poder absorbente se doblan alrededor de 90 cm de gasa absorbente de manera que resulte un cuadrado de 10 cm de lado; se comprime ligeramente y se unen los extremos sueltos con hilos de algodón No. 60. Para la gasa que se empaca en rollo se utiliza el rollo entero o una muestra de 0.84 m². Se sostiene el cuadrado con unas pinzas y en un recipiente de vidrio que contenga agua a una temperatura de 25°C, se coloca en contacto la superficie, se registra el tiempo en segundos que tarda la muestra para saturarse y sumergirse en el agua. Este tiempo se toma como absorbencia en segundos.

La gasa absorbente deberá presentarse en empaques que aseguren su buena conservación durante el transporte, almacenamiento y manejo. Si la gasa ha sido sometida a esterilización, deberá acondicionarse dentro de un empaque individual adecuado, que preserve su condición estéril y solamente debe ser extraída del mismo para su inmediata utilización.

En el rótulo de la gasa deberá aparecer la siguiente información:

- Tipo de gasa.
- La leyenda "Industria Colombiana" cuando sea fabricada en el país.

- Longitud y ancho en unidades del Sistema Internacional, en letra prominente.
- Numero de piezas contenidas en cada empaque..
- Registro sanitario.
- Número de Lote.
- Designación de estéril o “no estéril” el letra prominente.
- El rótulo de la gasa estéril debe aclarar que el contenido puede no ser estéril si el empaque demuestra evidencia de haber sido previamente abierto.
- El nombre y ciudad del fabricante, empacador o distribuidor responsable.

Para efectos de esta investigación es necesario revisar aspectos importantes sobre el algodón, ya que es la materia prima de la gasa. El algodón es una fibra vegetal natural de gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir. La generalización de su uso se debe sobre todo a la facilidad con que la fibra se puede trenzar en hilos. La resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se halla y se tiñe también contribuyen a que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados.

Una **fibra** es una estructura de origen animal, vegetal, mineral o sintético, parecida al pelo. Su diámetro no puede ser superior a 0,05 cm. Las fibras de

utilizan, entre otras muchas aplicaciones, en productos textiles y se clasifican en función de su origen, de su estructura química o de ambos factores.

Las **fibras de origen animal** son proteínas resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos. También resisten, en unas condiciones determinadas, la acción de ciertos ácidos minerales como el ácido sulfúrico (H_2SO_4). Por lo contrario, las bases o álcalis poco agresivos pueden dañar las fibras proteínicas y los álcalis fuertes como el hidróxido de sodio (NaOH) pueden disolverlas por completo. Los blanqueadores que contienen cloro también pueden dañarlas (el hipoclorito líquido no debe usarse nunca con lana ni seda). Si se utilizan sin diluir, dañan las fibras e incluso pueden disolverlas por completo.

El componente principal de la seda es la fibroína proteínica. Algunos insectos y arañas producen filamentos de seda en sus abdómenes. Son los únicos filamentos (un término referido a una fibra de longitud indefinida) de origen natural, que alcanzan normalmente una longitud superior a los 1.000 m. Varios filamentos se unen formando un hilo. Sin embargo, la seda para la fabricación de hilados se produce y se utiliza en filamentos más cortos. El gusano de seda es el único insecto que produce la seda autentica utilizada en los productos textiles.

El componente principal del pelo, la lana y la piel protectora de los animales es la queratina. Las fibras del pelo y de la lana no son continuas y si están

destinadas a la fabricación de productos textiles deben hilarse. También pueden convertirse en fieltro.

Las **fibras de origen vegetal** son principalmente de celulosa, que, a diferencia de las proteínas de las fibras de origen animal, es resistente a los álcalis. Estas fibras son así mismo resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos, pero los ácidos minerales fuertes las destruyen. La utilización incorrecta de la mayoría de los blanqueadores puede debilitar o destruir estas fibras.

Desde el punto de vista de su estructura, las fibras vegetales se clasifican en cuatro tipos principales. En primer lugar, fibras de semillas, que forman el pelo suave que envuelve las semillas de algunas plantas. El segundo tipo es el de las fibras de líber, las fibras fuertes que crecen entre la corteza y el tallo de muchas plantas dicotiledóneas. Las fibras vasculares son las fibras fuertes que se encuentran en las hojas y los tallos de las monocotiledóneas, y el cuarto tipo de fibras vegetales es el constituido por los tallos completos de algunas gramíneas.

La utilidad de algunas de estas variedades de fibras es limitada. Tal es el caso, por ejemplo, de las tiras de cutícula de las hojas, como la rafia, las fibras de la cáscara de las frutas, el esparto y las fibras de la palmera. Sólo dos fibras de semillas tienen valor comercial: el algodón y el capoc. El algodón, la fibra más versátil y utilizada de todas, es la única de semillas

utilizada en la industria. El capoc no puede hilarse, pero se utiliza como relleno en tapicería. Al ser huevo, el capoc flota y se ha utilizado, por ejemplo, en chalecos salvavidas, aunque hoy se ha visto desplazado por otros materiales.

Las fibras de origen vegetal tienen muchas aplicaciones en la industria del papel. El algodón y el lino son la base de algunos papeles rugosos de calidad, mientras que las gramíneas, el cáñamo, el yute y el cáñamo de Manila se utilizan para fabricar papeles de embalaje y otros de menor calidad. El papel de los periódicos y el papel de tipo kraft se fabrican de fibra de madera tratada químicamente. Con fibra de madera y bagazo (la fibra de la caña de azúcar), y mediante un proceso similar al de la fabricación del papel, se obtienen tableros para la construcción.

La fibra de vidrio es la única **fibra de origen inorgánico (mineral)** que se utiliza a gran escala en los tejidos corrientes. Se fabrica moldeando o soplando el vidrio fundido hasta formar hilos. Se ha descubierto que la fibra de amianto, que se empleaba en el pasado en aislamientos y protecciones ignífugas, es cancerígena. Para la fabricación de **gasa** se utiliza alambre fino de metal, mezclado con fibras orgánicas que forman un patrón determinado. Sin embargo, la mayoría del hilo metálico consiste en tiras delgadas de hoja de metal similares al espumillón. Para conseguir más resistencia, las hojas de metal se intercalan con capas delgadas o película de plástico. Otros hilos metálicos están formados por un núcleo de algodón rodeado de una tira



delgada o una hebra de metal cubierta por una sustancia viscosa e impregnada de polvo metálico. El material aislante llamado lana de roca es una sustancia fibrosa hecha de viruta de fresadora, piedra caliza o roca silíceas.

Las primeras fibras sintéticas se desarrollaron a finales del siglo XIX basándose en la celulosa natural, y se dieron a conocer con el nombre de rayón. Como la celulosa no es sintética, el rayón se ha denominado fibra regenerada. La celulosa natural que aparece en formas que carecen de utilidad textil, como la fibra de madera, se trata químicamente para convertirla en compuestos que pueden licuarse. Más tarde, se da forma de filamento a estos líquidos, dentro de un alambre que los convierte de nuevo en celulosa pura en estado sólido, y así se forma el rayón.

En la actualidad, la mayoría de las fibras sintéticas se fabrican a partir de derivados petroquímicos y están formadas por polímeros muy largos parecidos a los plásticos en su estructura. La primera fibra plástica de gran aceptación comercial fue el nailon, desarrollado en 1938. Desde su aparición se han desarrollado muchas otras fibras sintéticas, como las acrílicas, las olefinas y los poliésteres. Las fibras sintéticas se fabrican, al igual que el rayón y el acetato, dando forma de filamentos a los líquidos dentro de un ambiente que hace que se solidifiquen. A continuación se tratan para conseguir ciertas cualidades, como resistencia al calor y a la humedad, facilidad de tinción y elasticidad.

Se han elaborado también fibras sintéticas para aplicaciones industriales muy precisas como tejidos antibalas, aislantes, fuselajes y alas de aviones. También hay fibras especiales que se utilizan en los programas de astronáutica, y otras utilizadas para equipamiento deportivo de todo tipo. Las fibras sintéticas pueden combinarse con fibras de carbono, boro, silicio u otras sustancias, para conseguir, por ejemplo, aumentar su dureza y su resistencia a temperaturas elevadas. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 2000 © 1993-1999).

El **algodón** es producido por una serie de árboles y arbustos pequeños de un género encuadrado en la familia de las Malváceas, a la que pertenecen también el género Hibiscus y el gombo. El capullo o yema floral inmadura se transforma al desarrollarse en una bola oval que, cuando madura, se abre y se descubre gran número de semillas de color café o negras cubiertas de una masa de pelos blancos. Cuando maduran por completo y se secan cada uno de estos pelos es una célula tubular, planada, con un acusado retorcimiento en espiral y unida a una semilla. La longitud de las fibras individuales oscila entre 1,3 y 8 cm. De las semillas nacen, además, otras fibras más cortas. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1993-1997).

Algunas especies de algodonero se cultivan con fines comerciales. Entre ellas el algodonero asiático, que tiene el porte de un arbolillo pequeño; el algodonero herbáceo de Estados Unidos, una planta baja muy ramificada que se cultiva anualmente; los algodoneros egipcio y de las Barbados, de

fibra larga, que botánicamente derivan de la especie egipcia llevada a Estados Unidos hacia 1900 y crece en el clima especial de las islas Sea, al sureste de Estados Unidos, además de en las Barbados y otras islas antillanas; la fibra que produce es blanca y lustrosa, como la del algodón egipcio, pero más larga que la de ningún otro tipo, lo que permite hilarla en hebras muy delgadas. El tipo prima, antes llamado egipcio-americano, es un híbrido; se trata de la única variedad de fibra larga que ahora se produce de forma comercial en cantidades importantes en Estados Unidos; se cultiva en régimen de regadío en zonas del suroeste del país.

Es casi imposible determinar los hábitat originales de las distintas especies de algodón. Los científicos han atribuido a fibras y fragmentos de bolas de semillas hallados en el valle de Tehuacan, en México, una antigüedad aproximada de 7.000 años. Se sabe con certeza que la planta se cultiva y se utiliza en la India desde hace al menos 5.000 años, probablemente mucho más. El algodón se utilizaba también en los antiguos imperios chino y egipcio y en América. Fue una de las primeras plantas transportadas por los colonos europeos al territorio que corresponde hoy a Estados Unidos. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

El algodón exige una estación de crecimiento prolongada con abundante sol y agua, y tiempo seco durante la recolección. En general, estas condiciones se dan en latitudes tropicales y subtropicales de los hemisferios norte y sur.

El cultivo del algodón suele ser anual; la primera labor es el tronzamiento mecánico de la parte aérea de las plantas; a continuación se entierran estos restos vegetales y se deja descansar el suelo hasta el laboreo. La época de plantación es muy corta y, tras ella, las plantaciones deben ser sometidas a cuidados intensos, ya que estas plantas son muy sensibles al ataque de las malas hierbas y parásitos.

Las malas hierbas se combaten con ayuda de diversos métodos mecánicos y químicos, que incluyen abundantes pulverizantes con herbicidas, antes y después de la plantación y laboreo, con máquinas fresadoras mecánicas y provistas de sopletes.

La recolección y la selección se suelen realizar a mano, en especial en países que tienen mano de obra barata; con ello se consigue un algodón de mejor calidad. Sin embargo existen algunos países donde la recolección se lleva a cabo de forma mecánica (Estados Unidos, Israel, Australia, etc.). Las recogedoras se usan mucho en campo de regadío; tienen un tambor vertical provisto de husillos que enganchan el algodón y lo arrancan de las bolas de semillas abiertas. Las peladoras son máquinas menos selectivas que arrancan las botas de la planta. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1193-1197).

Al igual que en las flores, en el envés de la hoja del algodón hay una diminuta estructura en forma de copa que almacena néctar. Estos depósitos

y el tallo succulento atraen a diversos insectos parásitos. Uno de los más importantes es el gorgojo del algodón. El uso de variedades de maduración precoz y la aplicación de diversos compuestos químicos y métodos de control han reducido de forma drástica las pérdidas causadas por este parásito. El gusano del algodón, larva de color rosa de una polilla, infesta ahora las plantaciones de algodón en todo el mundo, aunque se considera nativa de la India. La larva abre túneles en la bola y devora las semillas; la cuarentena, la fumigación de las semillas y la destrucción de los restos separados del algodón durante el desmontado son las medidas de control principales. El gusano tabaco de las yemas es otro parásito muy dañino, tanto por las pérdidas que causa como por los costes que supone combatirlo.

También atacan al algodonnero las cochinillas, el carcoma de la madera y las arañas rojas. En cuanto a las enfermedades a que está expuesto el algodonnero, cabe citar el marchitamiento causado por un hongo que penetra en las raíces desde el suelo y sintetiza un compuesto tóxico. No se conoce ningún tratamiento, pero se han obtenido variedades resistentes. Otra enfermedad fúngica (micosis) es la podredumbre o antracosis de la bola, causada por hongos del orden melancoloniales; la mejor forma de combatirla es usar semillas procedentes de campos libres del hongo. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1993-1997).

Cuando el algodón llega a la planta desmontadora, se carga en el edificio por medio de conductos colocados en los camiones y remolques. En muchos

casos, pasa primero por una secadora que reduce el contenido de humedad para facilitar las siguientes operaciones. A continuación pasa a unas máquinas que separan del algodón toda la materia extraña: suciedad, restos de hojas, etc. El algodón limpio entra en las desmontadoras, que separan la fibra de las semillas. Por último, las fibras se empaquetan en balas.

Para determinar el valor del algodón, se clasifican muestras tomadas de cada bala en función de la fibra, la calidad y el carácter. Por fibra se entiende la longitud de la misma. Las variedades de fibra corta se usan en la elaboración de géneros textiles burdos; existen otras variedades de la fibra media y de fibra larga y extralarga. La calidad se define por el color, la claridad y la cantidad de materia extraña de la fibra. Seis grupos de color definen el grado de blancura, que se va desde el blanco hasta el gris. El carácter refleja aspectos como el diámetro, la resistencia, el cuerpo, la madurez (relación entre fibras maduras e inmaduras), la uniformidad y la suavidad de las fibras. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

La semilla de algodón, cuya eliminación antes constituía un problema para las plantas desmontadoras, es ahora un subproducto valioso. Se envía a un molino, donde se somete a una operación parecida al desmontado que elimina toda la pelusa. De la parte interna de la semilla se extrae el aceite de algodón, y la torta que queda después de extraerlo es rica en proteínas y de ella se elaboran forrajes y harinas. La cáscara de las semillas se emplea como forraje para el ganado. Del sedimento que se forma después de refinar

el aceite se obtienen ácidos grasos de utilidad industrial. La pelusa se aprovecha como relleno en tapicerías y automóviles, para elaborar bolitas absorbentes de algodón, y como materia prima en la producción de numerosos materiales de celulosa, como rayón, plásticos, lacas y pólvora sin humo para batas y cartuchos. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1193-1197).

Las fluctuaciones en la producción de algodón, incluso dentro de un mismo país, son importantes. Las causas de estas variaciones suelen ser debidas a condiciones ambientales, como la existencia de parásitos o la pluviometría, y a condiciones económicas, como los costos de producción y la competencia de las fibras sintéticas. A pesar de ello, el algodón sigue siendo una materia prima importantísima para la industria textil.

La producción mundial a principios de la década de 1990 era de 18,9 millones de toneladas anuales. En la década de 1930 Estados Unidos producía más de la mitad de todo el algodón del mundo; en la actualidad, produce aproximadamente la sexta parte. Los otros grandes productores son China, India, Pakistán, Brasil y Turquía. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1193-1197).

Otra materia prima importante de la cual se obtienen fibras para la elaboración de la gasa es la **madera**, sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles y se ha utilizado durante miles de años como combustible y como material de construcción.

El dibujo que presentan todas las variedades de madera se llama veta, y se debe a su propia estructura. La madera consiste en pequeños tubos que transportan agua, y los minerales disueltos en ella, desde las raíces a las hojas. Estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco. Cuando cortamos el tronco en paralelo a su eje, la madera tiene vetas rectas. En algunos árboles, sin embargo, los conductos están dispuestos de forma helicoidal, es decir, enrollados alrededor del eje del tronco. Un corte de este tronco producirá madera con vetas cruzadas, lo que suele ocurrir al cortar cualquier árbol por un plano no paralelo a su eje.

El tronco de un árbol no crece a lo alto, excepto en su parte superior, sino a lo ancho. La única parte del tronco encargada del crecimiento es una fina capa que lo rodea llamada cámbium. En los árboles de las zonas de clima templado, el crecimiento no es constante. La madera que produce el cámbium en primavera y en verano es más porosa y de color más claro que la producida en invierno. De esta manera, el tronco del árbol está compuesto por un par de anillos concéntricos nuevos cada año, uno más claro que el otro. Por eso se llaman anillos anuales.

Aunque la fina capa de cámbium es la única parte del tronco que está viva, en el sentido de que es la parte que crece, también hay células vivas esparcidas por el xilema de la albura. Según envejecen los árboles, el centro del tronco muere; los vasos se atascan y se llenan de goma o resma, o se quedan huecos. Esta parte central del tronco se llama duramen. Los

cambios internos de los árboles van acompañados de cambios de color, diferentes según cada especie, por lo que el duramen suele ser más oscuro que la albura. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

Las maderas se clasifican en duras y blandas según el árbol del que se obtienen. La madera de los árboles de hoja caduca se llama madera dura, y la madera de las coníferas se llama blanda, con independencia de su dureza. Así, muchas maderas blandas son mas duras que las llamadas maderas duras. Las maderas duras tienen vasos largos y continuos a lo largo del tronco; las blandas no, los elementos extraídos del suelo se transportan de célula a célula, pero sí tienen conductos para resmas paralelos a las vetas. Las maderas blandas suelen ser resinosas; muy pocas maderas duras lo son. Las maderas duras suelen emplearse en ebanistería para hacer mobiliario y parqués de calidad.

Los nudos son áreas del tronco en las que se ha formado la base de una rama. Cuando la madera se corta en planchas, los nudos son discontinuidades o irregularidades circulares que aparecen en las vetas. Donde nacen las ramas del árbol, los anillos del nudo continúan las vetas del tronco; pero según sale a la superficie, las vetas rodean al nudo y la rama crece aparte. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

Durante la fase de secado de la madera (ver mas abajo), ésta se encoge según la dirección de la veta, y los nudos se encogen con más rapidez que el

resto. Los nudos de la base no se desprenden, pero deforman la madera que los rodea debido a su encogimiento más acusado, y debilitan las tablas incluso más que los agujeros que dejan los otros nudos. Los nudos de la madera no son deseables por consideraciones estéticas, aparte de su efecto debilitador. Sin embargo, algunos tipos de madera con nudos, como el pino, sí resultan vistosas por el dibujo de su veta y se utilizan para decoración y revestimiento de paredes.

Las principales propiedades de la madera son resistencia, dureza, rigidez y densidad. Esta última suele indicar propiedades mecánicas puesto que cuanto más densa es la madera, más fuerte y dura es. La resistencia engloba varias propiedades diferentes, una madera muy resistente en un aspecto no tiene por qué serlo en otros. Además, la resistencia depende de lo seca que esté la madera y de la dirección en la que esté cortada con respecto a la veta. La madera siempre es mucho más fuerte cuando se corta en la dirección de la veta; por eso las tablas y otros objetos como postes y mangos se cortan así. La madera tiene una alta resistencia a la compresión, en algunos casos superior, con relación a su peso, a la del acero. Tiene baja resistencia a la tracción y moderada resistencia a la cizalladura. Véase ciencia y tecnología de los materiales; propiedades mecánicas de los materiales.

La alta resistencia a la compresión es necesaria para cimientos y soportes en construcción. La resistencia a la flexión es fundamental en la utilización

de madera en estructuras, como viguetas, travesaños y vigas de todo tipo. Muchos tipos de madera que se emplean por su alta resistencia a la flexión presentan alta resistencia a la compresión y viceversa; pero la madera de roble, por ejemplo, es muy resistente a la flexión pero más bien débil a la compresión, mientras que la de secuoya es resistente a la compresión y débil a la flexión. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1993-1997).

Otra propiedad es la resistencia a impactos y a tensiones repetidas. El nogal americano y el fresno son muy duros y se utilizan para hacer bates de béisbol y mangos de hacha. Como el nogal americano es más rígido que el fresno, se suele utilizar para mangos finos, como los de los palos de golf.

Otras propiedades mecánicas menos importantes pueden resultar críticas en casos particulares; por ejemplo, la elasticidad y la resonancia de la pica la convierten en el material más apropiado para construir pianos de calidad.

La madera es, por naturaleza, una sustancia muy duradera. Si no la atacan organismos vivos pueden conservarse cientos e incluso miles de años. Se han encontrado restos de maderas utilizadas por los romanos casi intactas gracias a una combinación de circunstancias que las han protegido de ataques externos. De los organismos que atacan a la madera, el más importante es un hongo que causa el llamado desecamiento de la raíz, que ocurre solo cuando la madera está húmeda. La albura de todos los árboles es sensible a su ataque; sólo el duramen de algunas especies resiste a este

hongo. El nogal, la secuoya, el cedro, la caoba y la teca son algunas de las maderas duraderas más conocidas. Otras variedades son resistentes al ataque de otros organismos. Algunas maderas, como la teca, son resistentes a los organismos perforadores marinos, por eso se utilizan para construir embarcaderos. Muchas maderas resisten el ataque de las termitas, como la secuoya, el nogal negro, la caoba y muchas variedades de cedro. En la mayoría de estos casos, las maderas son aromáticas, por lo que es probable que su resistencia se deba a las resinas y a los elementos químicos que contienen. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

Para conservar la madera hay que protegerla químicamente. El método más importante es impregnarla con cerosota o cloruro de cinc. Este tratamiento sigue siendo uno de los mejores, a pesar del desarrollo de nuevos compuestos químicos, sobre todo de compuestos de cobre. También se puede proteger la madera de la intemperie recubriendo su superficie con barnices y otras sustancias que se aplican con brocha, pistola o baño, pero estas sustancias no penetran en la madera, por lo que no previenen el deterioro que producen hongos, insectos y otros organismos.

La madera recién cortada contiene gran cantidad de agua, de un tercio a la mitad de su peso total. El proceso para eliminar esta agua antes de procesar la madera se llama secado, y se realiza por muchos motivos. La madera seca es mucho más duradera que la madera fresca; es mucho más ligera y por lo tanto más fácil de transportar; tiene mayor poder calorífico, lo que es

importante si va a emplearse como combustible; además; la madera cambia de forma durante el secado y este cambio tiene que haberse realizado antes de serrarla. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1193-1197).

La madera puede secarse con aire o en hornos; con aire tarda varios meses, con hornos unos pocos días. En ambos casos, la madera ha de estar apilada para evitar que se deforme, y el ritmo de secado debe controlarse cuidadosamente.

La madera es una materia prima importante para la industria química. Cada año se reduce a pasta enormes cantidades de madera, que se reconstituyen de forma mecánica para hacer papel. Otras industrias se encargan de extraer algunos componentes químicos de la madera, como taninos, pigmentos, gomas, resinas y aceites y de modificar estos constituyentes.

Además de agua, el componente principal de la madera es la celulosa. De la gran cantidad de celulosa que se utiliza para fabricar rayón y nitrocelulosa, una parte se extrae del algodón, pero la mayor parte se obtiene de la madera. El mayor problema que presenta la extracción de celulosa de la madera es eliminar las impurezas, de las cuales la más importante es la lignina, una sustancia polimérica compleja. Al principio se desechaba, pero más tarde se ha descubierto que es una buena materia prima para la fabricación de plásticos y una sustancia adecuada para el cultivo de levadura de cerveza, que es un importante alimento para el ganado y las aves de corral.

También se utiliza la madera, sin separar la celulosa de la lignina, para obtener otros productos químicos mediante procesos determinados. En el método Bergius, la madera se trata con ácido clorhídrico para obtener azúcares, que se utilizan como alimento para el ganado o se fermentan para producir alcohol. La madera puede transformarse en combustible líquido por hidrogenación. También se obtienen productos químicos por destilación. La mayoría de estos productos, como el ácido acético, metanol y acetona, se obtienen ya de forma sintética. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 © 1193-1197).

1.4.2 Liofilización. La deshidratación es un método de conservación de los alimentos que consiste en reducir a menos del 13% su contenido de agua. Cabe diferenciar entre secado, método tradicional próximo a la desecación natural (frutos secados al sol, por ejemplo) y deshidratación propiamente dicha, una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente. Se llama liofilización o criodesecación a la deshidratación al vacío, a baja temperatura, en una cámara especial, hasta lograr la sublimación de la mayor parte del contenido de agua de determinadas sustancias o alimentos, para su conservación. La eliminación de agua proporciona una excelente protección frente a las principales causas de alteración de los alimentos. Los microorganismos no pueden desarrollarse en un medio sin agua. Además, en estas condiciones tampoco es posible la actividad enzimática, y la mayor parte de las reacciones químicas se hacen mucho más lentas de lo normal.

La deshidratación, y sobre todo la liofilización, presentan además la ventaja de conservar todas las cualidades nutritivas del producto original.

La conservación de bacterias, virus u otros microorganismos fue la aplicación de la liofilización, pero en la actualidad se utiliza en medicina para la conservación de sueros, plasma y otros productos biológicos. En la industria química, para preparar catalizadores, y en la industria alimentaria se aplica a productos tan variados como la leche, el café, legumbres, champiñones o frutas. En esta industria es donde tiene mayor aplicación, pues ofrece ventajas tan importantes como la conservación y transporte fácil de los productos, la ausencia de temperaturas altas, la inhibición del crecimiento de microorganismos, o la recuperación de las propiedades del alimento al añadirle el volumen de agua que en un principio tenía. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000 © 1993-1999).

El proceso de liofilización puede dividirse en tres partes principales:

- La congelación del producto en solución o sobrecongelación
- El secado primario (sublimación)
- El secado secundario (post-secado)

Durante la **congelación** de una solución acuosa binaria diluida consistente de un soluto en agua, el hielo puro se separa y la solución residual (fluido

intersticial) se vuelve más concentrada con respecto al soluto, hasta que forma una composición en la cual el agua y el soluto solidifican. A la temperatura a la cual ocurre la solidificación final se le llama "temperatura eutéctica" y a la composición correspondiente de la solución concentrada antes mencionada se le llama "composición eutéctica". La temperatura eutéctica es la temperatura más baja a la cual el material no congelado existe en equilibrio con el material congelado. Cuando arrancamos con una composición del lado contrario al punto eutéctico, el soluto puro se separa hasta que el soluto y el agua solidifican. (Liofilización de productos farmacéuticos, Fernández Fernández Benjamín A, México, Uteha, Noriega Editores, 1998, pág. 13-35).

En un ciclo normal de liofilización, el material se enfría hasta alrededor de 5-10°C por debajo del punto eutéctico y se mantiene a esta temperatura por lo menos 2-3 horas con objeto de asegurar la completa solidificación, elevando después la temperatura hasta la temperatura de secado (sublimación) y en esta etapa es importante que el agua esté completamente congelada.

Por otra parte, debemos tener en cuenta el hecho de que muchos materiales tienen un rango de temperaturas eutécticas en vez de un "punto eutéctico". Si no se encuentra un verdadero eutéctico, por ejemplo en un sistema binario, entonces, al sobreenfriar el soluto, éste puede precipitarse como partículas amorfas por debajo de unas temperaturas específicas.

La congelación puede efectuarse de diferentes maneras:

Por **congelación lenta**, cuando se considera adecuado obtener cristales grandes de agua, la temperatura debe ir disminuyendo lentamente, de este modo se permite crecer a dichos cristales, con un área total pequeña.

Por **enfriamiento muy rápido**, mediante el enfriamiento brusco; por ejemplo, al usar nitrógeno líquido (-170°C), hielo seco (-80°C) o freón comprimido (no recomendable por su efecto ecológico), se obtendrán pequeños cristales, con el consiguiente aumento de superficie o área expuesta a la liofilización (sublimación). Esta técnica también se utiliza cuando el producto se daña si se produce recristalización bajo condiciones moderadas de congelamiento.

Por **introducción del tratamiento térmico durante la congelación**, cuando durante el proceso de congelación normal un material tiene su estructura amorfa y esta estructura no es deseable porque ocasiona mala reconstitución, es posible introducir un paso de calentamiento procediendo a la sublimación. El tratamiento término consiste de una primera congelación del material a una temperatura suficientemente baja y calentamiento gradual a una temperatura predeterminada para permitir cristalizar a las formas metaestables y luego enfriar nuevamente a una temperatura apropiada, antes de liofilizar. Grattlin y Deluca encontraron que los antibióticos pueden cambiar de estructuras amorfas a cristalinas siguiendo esta técnica. Un cambio a formas cristalinas es también deseable cuando la estructura amorfa es demasiado higroscópica.

Por **congelación seriada (en capas)** que se define como la congelación separada de los componentes de un producto capa tras capa. Esta técnica puede aplicarse para anticipar la ocurrencia de una mezcla con un punto eutéctico muy bajo. El método a menudo contiene una mayor estabilidad al producto. (Liofilización de productos farmacéuticos, Fernández Fernández Benjamín A, México, Uteha, Noriega Editores, 1998, pág. 13-35).

Por **congelación en esferas** en la que la solución o suspensión a ser liofilizada se gotea dentro de un recipiente que contiene nitrógeno líquido (-170°C). Al subir la temperatura del nitrógeno, por tomar calor de las gotas, se forman pequeñas burbujas de gas alrededor de las gotas que se están empezando a congelar, las cuales las mantienen flotando. Cuando las gotas están completamente congeladas, lentamente van depositándose en el fondo del recipiente. Durante la liofilización el calor también se suministra del fondo de la "cama" de esferas congeladas, sin embargo, en este caso es importantísimo el papel que juega el enfriamiento evaporativo.

En cuanto a la **cristalización y velocidad de congelación**, un factor importante a considerar antes de la etapa del secado primario es el grado de cristalización del agua, la fracción del agua que cristaliza como hielo en el material. En el caso extremo, cuando el grado de cristalización es cero, el producto no puede ser liofilizado realmente. En este caso, la cristalización de agua metaestable puede ser inducida por tratamiento termal como se mencionó anteriormente. Si se permite que el agua cristalice en cristales grandes se puede alcanzar un alto grado de sublimación. A medida que los

cristales de hielo van sublimando se van formando capilares en forma de largos orificios en la masa congelada. A través de estos orificios el agua cristalizada de las capas más profundas de la cama va escapando hacia fuera por sublimación. La congelación lenta produce cristales grandes y la congelación rápida produce cristales pequeños. Una determinada velocidad de congelación se elige a menudo para proteger las células sanguíneas (eritrocitos) de un posible daño mecánico, previniendo el crecimiento de cristales. Sin embargo, las relaciones detalladas entre la velocidad de congelación y el resultado de actividad/sobrevivencia biológicas pueden ser muy complicadas.

La formación de cristales se acompaña de enlaces covalentes, enlaces iónico, enlaces metálicos, fuerzas de Vander Walls y puentes de hidrógeno. El polimorfismo de cristales se define como la posibilidad de que una sustancia se presenta en estructuras cristalinas diferentes, con idéntica composición química, lo que se indica como modificación. A menudo es difícil identificar formas cristalinas diferentes como modificaciones polimórficas. Las modificaciones polimórficas que tienen una energía libre menor son termodinámicamente más estables.

Sin embargo, el grado de interconversión entre las modificaciones polimórficas no sólo es dependiente de la temperatura del secado secundario y las diferencias de energía libre, sino también de la perfección del “entramado” de los cristales, de la presencia de impurezas, del solvente y de la actividad del agua (humedad relativa).

Durante el **secado primario** (sublimación), el solvente (vapor) es extraído directamente del material (congelado). Casi invariablemente se usa agua como solvente, el hielo sublima únicamente por debajo del punto triple del agua (0,01°C y 6,09 milibar). El secado empieza siempre por la parte superior del material congelado (cuando se trata de masas congeladas en recipientes tales como ampollitas o viales), o bien por la superficie exterior (cuando la masa congelada está en forma esférica u otra semejante). En los lugares en donde sublima el hielo se forman pequeños orificios que no se perciben fácilmente a primera vista, para verlos con claridad es necesario cortar la "pastilla" ya liofilizada (seca) de forma que se vea el interior de dicha pastilla o esfera (con la ayuda de una navaja delgada).

El grosor o espesor de la capa seca aumenta gradualmente durante el proceso de secado y el vapor de agua experimenta un aumento de la resistencia a escapar en la capa seca. De este modo la velocidad de sublimación va disminuyendo durante el proceso. En general, el flujo de vapor de agua se impide por tres tipos de resistencia a saber: resistencia de la capa de producto seco; resistencia del tapón de hule (si lo hay), a pesar de que estos son de forma especial, es decir, que se les coloca sobrepuestos dejando dos orificios laterales y; resistencia de la cámara de liofilización (debido a su diseño geométrico específico). (Liofilización de productos farmacéuticos, Fernández Fernández Benjamín A, México, Uteha, Noriega Editores, 1998, pág. 13-35).

Durante esta fase usualmente se aplica calor para suministrar el "calor latente de sublimación" y de este modo mantener la velocidad de secado. La

capa seca se enfría al escapar el vapor de agua (pues consume calor latente de sublimación) hasta que el hielo ha sido sublimado completamente del producto. Cuando la sublimación ha terminado, el producto adopta la temperatura del anaquel (o el de la charola cuando se trata de liofilización a granel). Si el proceso de sublimación se detiene demasiado pronto, antes de que todo el hielo haya sublimado, la "matriz" puede sufrir colapso cuando el vacío se interrumpe.

El punto final de sublimación y la iniciación del secado secundario pueden apreciarse automáticamente por medio de mediciones de temperatura barométrica con el uso de un dispositivo microprocesador.

Después del secado primario sigue el **secado secundario** en el cual la remoción de la humedad residual de la "pastilla" porosa depende de la naturaleza del material, de la temperatura del producto y de la presión de vapor. Además, el contenido de humedad residual depende de la efectividad de secado del anaquel. En las partes laterales externas del anaquel el secado es más efectivo. Parece que este fenómeno sucede en todo tipo de liofilización. Por la turbulencia de las moléculas de gas en las esquinas tiene lugar una mejor conducción de calor (más convección) entre el anaquel y el producto.

Si la cantidad de humedad residual disminuye, obteniéndose un producto estable, aún después de liofilizar, el secado secundario es necesario para

remover el agua absorbida intermolecularmente. Para el secado secundario frecuentemente se elegirá una temperatura más alta y la presión dentro de la cabina tenderá a ser más baja, a diferencia del secado primario.

El secado secundario es muy importante en el proceso de liofilización, sin embargo, no es siempre adecuado puesto que se disminuye el contenido de humedad al máximo. Varias sustancias son más estables cuando están totalmente secas.

Para el **control de proceso** de liofilización, la medición de temperatura y presión durante el proceso es esencial para obtener una alta calidad de producto. La medición de temperatura del producto durante el proceso es posible mediante termocoples sumergidos en el producto, sin embargo, también se presentan desventajas tales como:

- El contacto entre el hielo en el producto y el termocople se pierde después de algún tiempo de estar secando, lo que genera una fuente de sublimación secundaria.
- La medición de temperatura se hace sólo en pocas muestras, por lo que no puede ser representativa para el lote total.

El método está basado en la medida del incremento de presión de vapor sobre el producto desde el cierre del vacío, el cual se da a partir de la

conexión de la bomba de vacío con la cámara de liofilización. Se interrumpe el transporte de vapor de agua, la presión total del sistema se equilibra y la presión de vapor de agua sobre el producto aumenta por encima del equilibrio de la presión de vapor. (Liofilización de productos farmacéuticos, Fernández Fernández Benjamín A, México, Uteha, Noriega Editores, 1998, pág. 13-35).

1.4.3 Esterilización. El proceso de envasado recibe a veces el nombre de esterilización porque el tratamiento por calor al que se somete a los alimentos elimina todos los microorganismos que pueden echarlos a perder, así como aquellos que pueden ser perjudiciales para la salud, como las bacterias patógenas y aquellas que producen toxinas letales. La mayoría de las operaciones de envasado comercial se basan en el principio de que la destrucción de bacterias se duplica por cada 10°C de incremento en la temperatura. (Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 2000 © 1993-1999 Microsoft Corporation)

1.4.4 Queratina. Proteína muy fibrosa y resistente que presenta la mayor parte del material contenido en las células que forman la epidermis de la piel, así como las del pelo, uñas, escamas, plumas, picos, cuernos y pezuñas de los animales.

Estas células, procedentes de poblaciones permanentes de células germinativas, emigran hacia el exterior al tiempo que experimentan un

proceso de diferenciación específico denominado queratinización, consistente en un aumento gradual de su contenido en microfibrillas de queratina, y la reabsorción del núcleo y de los órganos celulares.

Sin embargo, se sabe poco respecto a cómo las células se diferencian para formar estructuras tan diversas y eficaces como la capa elástica más externa de la piel de los mamíferos o las escamas rígidas de los peces. Una de las cualidades más importantes de la queratina es su capacidad para estirarse y contraerse de forma reversible. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000 © 1993-1999 Microsoft Corporation)

1.4.5 Gelatina. La gelatina es una proteína que se obtiene a partir de la cocción de huesos de animales y tejido conjuntivo, que contiene colágeno, en agua o ácido diluido. La gelatina es incolora, transparente, inodora e insípida en su forma pura. Se disuelve en agua caliente y presenta una textura de gel al enfriarse. Es insoluble en disolventes orgánicos como el éter, el triclorometano (cloroformo) y el benceno; si se sumerge en agua frita la gelatina absorbe entre 5 y 10 veces su propio peso y se hincha formando una masa elástica y transparente.

En su forma más pura, la gelatina se emplea como producto alimentario por ser muy nutritiva, fácil de digerir y absorber. No obstante, no puede sustituir por completo a otras proteínas, ya que carece de algunos aminoácidos esenciales. Se utiliza en la fabricación de mermeladas, helados, etc., y es un

espesante utilizado en la confección de aspics. Se emplea en el campo de la fotografía para preparar películas, placas y papel; en el de la bacteriología como medio de cultivo y en el de la medicina como revestimiento de cápsulas, pastillas y algunos vendajes quirúrgicos. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000 © 1993-1999 Microsoft Corporation)

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General. Elaborar una gasa ultra-absorbente de uso odontológico.

1.5.2 Específicos.

- Diseñar una gasa ultra absorbente
- Fabricar una gasa ultra absorbente.
- Evaluar la gasa ultra absorbente.

2. MÉTODO

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo

2.2 OBJETO DE ESTUDIO

Gasa ultra-absorbente.

2.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Para la evaluación se partió de un universo infinito con un 95% de confianza y un error máximo permitido de 15% para una muestra de 50 odontólogos.

2.4 VARIABLES

- Diseño: Planos
- Fabricación: Tamaño, material externo y componente interno
- Evaluación: Comodidad de la gasa
Absorción de la gasa
Tamaño de la gasa
Cantidad utilizada de gasas

2.5 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la fase de evaluación se elaboró una encuesta directa, estructurada, de cuatro (4) preguntas (Anexo 1).

2.6 PROCEDIMIENTO

2.6.1 Procedimiento para el diseño. Se utilizó un programa de computador: "Power Point 2000".

2.6.2 Procedimiento para la fabricación. Para la elaboración de la gasa propuesta en este estudio se tomó como principio el componente Rapigel® que traen las toallas sanitarias Nosotras®. Primero se hizo un diseño preliminar en Power Point, luego se procedió a la elaboración de cuatro tipos diferentes de gasas para evaluar cuál presentaba mayor absorción y escogerla como la gasa propuesta. A continuación se describen las características de dichas gasas.

- La primera gasa se elaboró con algodón proveniente de una toalla sanitaria Nosotras Plus con Rapigel®, de 5,5 cm de ancho por 3,5 cm de alto.
- La segunda fue elaborada con Rapigel® y con algodones de Hansaplas®, de 5,5 cm de ancho por 3,5 cm de alto.

- La tercera se elaboró con algodón de Hansaplas® y Rapigel®, recubierta con una capa de entremalla de gasa convencional, de 5,5 cm de ancho por 3,5 cm de alto.
- La cuarta fue elaborada con un forro de pañal antifiltración Pequeñín®, con una capa de algodón de toalla sanitaria Nosotras Plus con Rapigel® y posteriormente con los hilos entrelazados de la gasa convencional.

Se preparó luego una solución de agua con colorante azul obtenido de témpera Prismacolor® y gelatina sin sabor Gelada®; ésta última para hacer la solución más viscosa. Utilizando una probeta, se midieron volúmenes de 4 mililitros de solución que se vertieron en cuatro recipientes diferentes, para un total de 16 mililitros de solución. En cada recipiente se puso una de las gasas de prueba. Al cabo de 5 minutos se pudo visualizar que la primera gasa descrita había absorbido más solución, por lo cual se descartaron las tres gasas restantes.

El paso siguiente fue la elaboración de 600 gasas para ponerlas a prueba y realizar una encuesta que comparara dicha gasa con la gasa convencional. La materia prima necesaria consistió en 300 toallas sanitarias Nosotras Plus con Rapigel®. Se procedió luego a medir, cortar y coser, elaborando las gasas en el tamaño mostrado en la Figura 1 (3.5 cm de alto por 5.5 cm de ancho).

Luego de confeccionarlas, se empacaron en papel kraft, en grupos de cinco (5) gasas. Por último, se procedió a empacarlas en bolsas de esterilizar para llevarlas al autoclave y dejarlas listas para su uso clínico.

2.6.3 Procedimiento para la evaluación. Una vez diseñado el instrumento se hizo la prueba del mismo aplicándolo a 10 odontólogos. Posteriormente se ajustó y se aplicó a la población de estudio seleccionada. Esto se hizo tomando como base las gasas con mejor presentación visual. Se empacaron en grupos de 5 gasas, se envolvieron en papel kraft y luego se reempacaron en una bolsa de esterilizar con capacidad para 30 paquetes de gasas, las cuales se llevaron al proceso de esterilización con autoclave por 30 minutos a 120°C.

A los 50 odontólogos que participaron en el estudio se le entregó 1 bolsa y la encuesta (Anexo 1), para que una vez utilizadas las gasas en sus procesos clínicos respondieran a la misma, obteniendo así su concepto sobre la gasa diseñada.

Por último, se tabularon las respuestas obtenidas en la encuesta para cada pregunta (Anexo 2). Se sumó la cantidad de personas que respondió a cada ítem por pregunta ("Conteo" en el Anexo 2 y Tablas 1, 2, 3, 4) y se graficaron estos datos en diagramas circulares de distribución porcentual (o "tortas") (Gráficas 1, 2, 3, 4).

3. RESULTADOS

3.1 DISEÑO

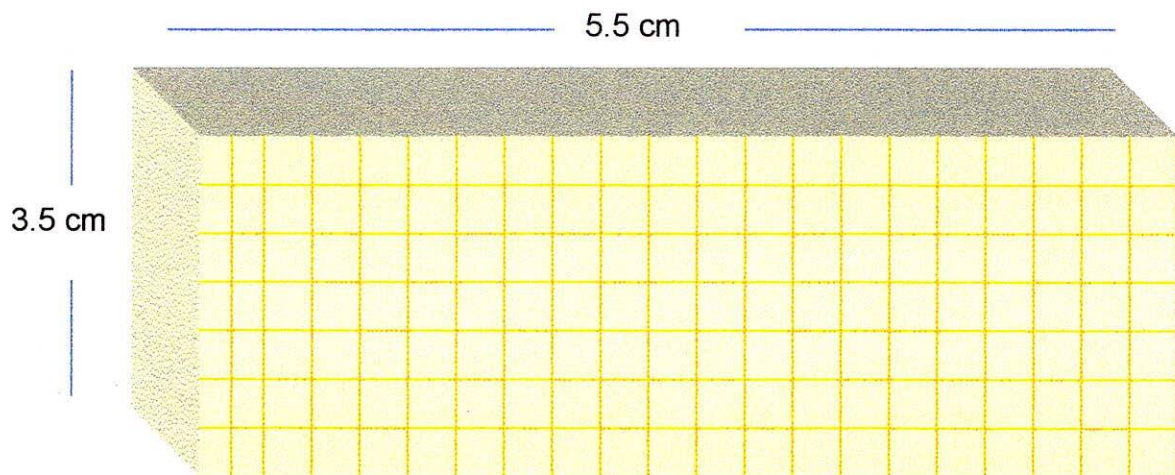


Figura 1. Diseño definitivo de la gasa, realizado en Power Point

3.2 FABRICACIÓN



Figura 2. Gasa ultra absorbente

Tamaño definitivo:	5,5 x 3,5 cm
Material externo:	Fibra celulósica
Componente interno:	Rapigel®

3.3 EVALUACIÓN

3.3.1 Comodidad. Como lo muestran la Tabla 1 y la Gráfica 1, a un 62% de la población encuestada (31 personas) le pareció menos cómoda la gasa diseñada en este estudio que la gasa convencional. A un 28% (14 personas) le pareció igual de cómoda y a un 10% (5 personas) le pareció más cómoda.

3.3.2 Grado de absorción. La Tabla 2 y la Gráfica 2 indican que el 78% de la población encuestada (39 personas) encontraron la gasa propuesta más absorbente que la gasa convencional. El 14% (7 personas) piensa que tiene igual grado de absorción y el 8% (4 personas) cree que tiene menor absorción.

3.3.3 Tamaño. Como se observa en la Tabla 3 y en la Gráfica 3, el 46% de la población encuestada (23 personas) cree que el tamaño de la gasa propuesta es igual que el de la gasa convencional. El 32% (16 personas) piensa que el tamaño diseñado es mejor y el 22% (11 personas) opina que es peor.

3.3.4 Cantidad utilizada. En la Tabla 4 y en la Gráfica 4 se puede observar que el 86% de la población encuestada (43 personas) utilizó menor cantidad de la gasa propuesta que la gasa convencional que utilizan normalmente. El 8% (4 personas) dijo haber utilizado mayor cantidad de gasa y el 6% (3 personas) dijo haber utilizado igual cantidad de gasa.

4. DISCUSIÓN

El hecho de que la gasa diseñada fuera menos cómoda que la convencional se debió a su rigidez o falta de flexibilidad para su manipulación durante el procedimiento debido a la presencia de la doble costura utilizada que resultó ser demasiado gruesa, por lo que se modificó construyendo una costura simple.

La gasa diseñada presentó mayor absorción que la gasa convencional porque su composición química fue desarrollada para obtener mayor absorción de los fluidos, que es la función del gel liofilizado.

El tamaño de la gasa diseñada fue igual al de la convencional, porque esta medida es estándar a nivel internacional.

La cantidad de gasas utilizadas con respecto a la gasa convencional fue menor ya que la gasa diseñada presenta mayor absorción y esto permite obtener mejores resultados en los procedimientos realizados. Por el componente de absorción del que está compuesta se puede afirmar que es posible reutilizarla en el mismo procedimiento quirúrgico.

5. CONCLUSIONES

La medida ideal propuesta para la gasa es 5,5 cm de largo por 3,5 cm de ancho.

El material externo propuesto es la fibra celulósica.

El material interno propuesto es el compuesto "Rapigel®" que se produce por medio de la liofilización de la gelatina y la capacidad de hidratarse, permitiendo una mayor absorción.

El grado de absorción de la gasa ultra absorbente fue mayor que la gasa convencional.

El tamaño de la gasa ultra absorbente fue igual a la convencional.

La cantidad de gasa ultra absorbente utilizada respecto a la convencional fue menor.

6. RECOMENDACIONES

Los investigadores recomiendan realizar modificaciones de la gasa ultra absorbente en lo referente a sellado y estética para ser evaluada por un grupo de Cirujanos Orales y Maxilofaciales.

BIBLIOGRAFÍA

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 2000 © 1993-1999

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 © 1993-11

Instituto Colombiano de Normas Técnicas CDU; 615.472 Descriptores Sutura Quirúrgica Equipo Médico.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Editorial Bogotá ICONTEC 1985-1990.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Industria Farmacéutica y de Cosméticos Suturas Quirúrgicas, 677, 8 157i; BB de la R Icontec 2.267 1990-09-05 primera revisión.

Liofilización de productos farmacéuticos, Fernández Fernández Benjamín A, México, Uteha, Noriega Editores, 1998, pág. 13-35.

ANEXO 1. Encuesta

GASA ULTRA ABSORBENTE DE USO ODONTOLÓGICO.

1. Qué tan cómoda es esta gasa para usted con respecto a la de uso convencional?

Más cómoda Menos cómoda Igual

2. Cuál fue el grado de absorción respecto a la gasa de uso convencional?

Mayor abs. Menor abs. Igual abs.

3. Cómo le pareció el tamaño de la gasa con respecto a la gasa de uso convencional?

Mejor Peor Igual

4. Cuál fue la cantidad de gasas utilizadas?.

Mayor Menor Igual



ANEXO 2. Tabulación de la encuesta

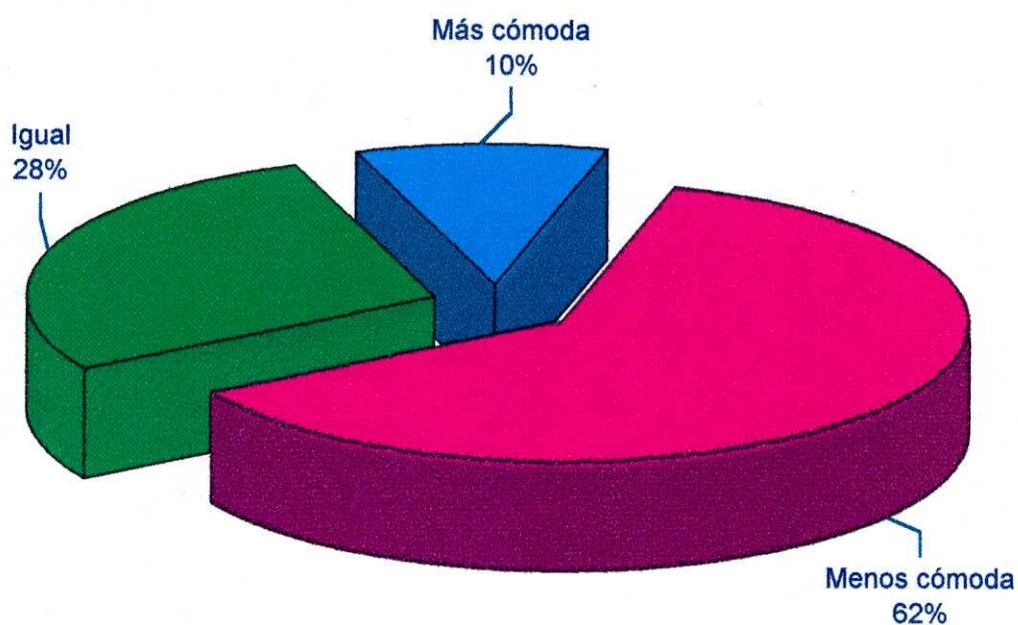
Encuesta No.	PREGUNTA 1			PREGUNTA 2			PREGUNTA 3			PREGUNTA 4		
	Más cómoda	Menos cómoda	Igual	Mayor absorción	Menor absorción	Igual absorción	Mejor	Peor	Igual	Mayor	Menor	Igual
1		1		1					1		1	
2			1	1			1				1	
3		1		1					1		1	
4		1		1					1		1	
5			1	1				1			1	
6			1	1			1				1	
7		1		1			1				1	
8			1	1					1		1	
9			1	1					1		1	
10		1				1			1			1
11		1		1				1			1	
12	1			1				1		1		
13	1				1			1			1	
14		1		1				1			1	
15	1			1			1				1	
16	1			1					1		1	
17		1		1			1				1	
18		1		1			1				1	
19		1			1		1					1
20		1		1			1				1	
21		1		1			1				1	
22		1		1					1		1	
23		1				1			1	1		
24	1			1			1				1	
25			1	1					1		1	
26		1		1					1		1	
27			1		1			1			1	
28		1		1					1		1	
29			1			1	1				1	
30		1		1					1		1	
31			1			1	1				1	
32			1	1					1		1	
33			1	1					1		1	
34			1	1					1	1		
35			1	1					1	1		
36		1				1			1			1
37		1		1					1		1	
38		1		1			1				1	

Encuesta No.	PREGUNTA 1			PREGUNTA 2			PREGUNTA 3			PREGUNTA 4		
	Más cómoda	Menos cómoda	Igual	Mayor absorción	Menor absorción	Igual absorción	Mejor	Peor	Igual	Mayor	Menor	Igual
39		1		1					1		1	
40		1		1				1			1	
41		1				1		1			1	
42		1			1			1			1	
43		1		1				1			1	
44			1			1	1				1	
45		1		1			1				1	
46		1		1					1		1	
47		1		1					1		1	
48		1		1				1			1	
49		1		1					1		1	
50		1		1			1				1	
CONTEO	5	31	14	39	4	7	16	11	23	4	43	3
TOTAL	50			50			50			50		

MATERIAL COMPLEMENTARIO – LISTA ESPECIAL

Tabla 1. Pregunta 1: ¿Qué tan cómoda es esta gasa para usted?

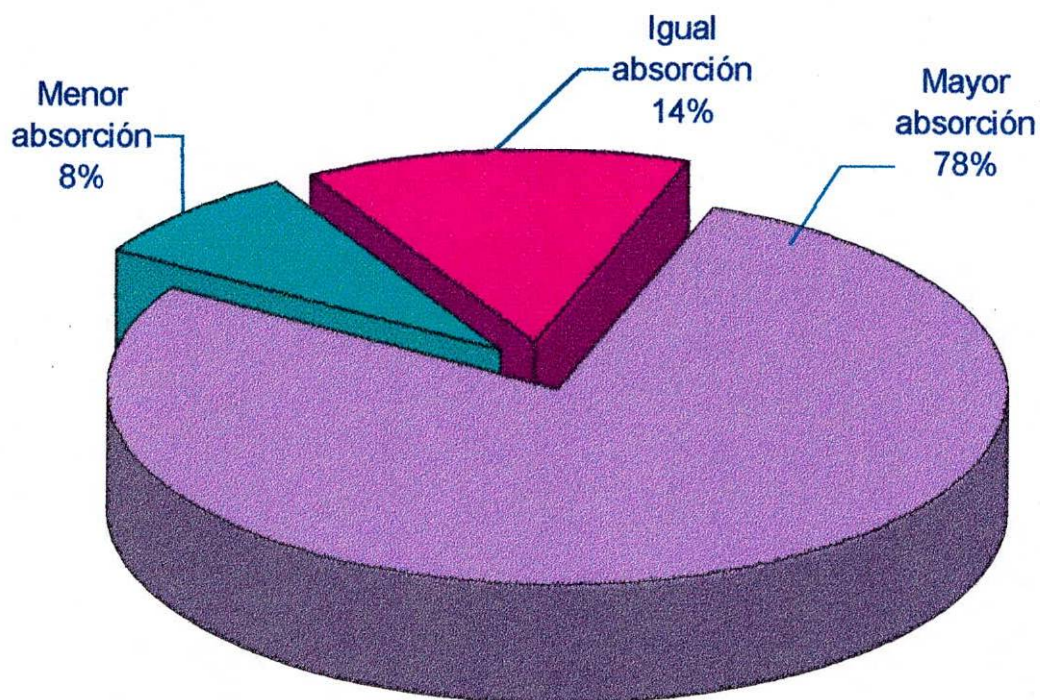
No. de encuestados			% de encuestados		
Más cómoda	Igual	Menos cómoda	Más cómoda	Igual	Menos cómoda
5	14	31	10	28	62
TOTAL = 50 encuestados			TOTAL = 100%		



Gráfica 1. Respuesta a la Pregunta 1: ¿Qué tan cómoda es esta gasa para usted? (Distribución porcentual)

Tabla 2. Pregunta 2: ¿Cuál es el grado de absorción respecto a la gasa de uso convencional?

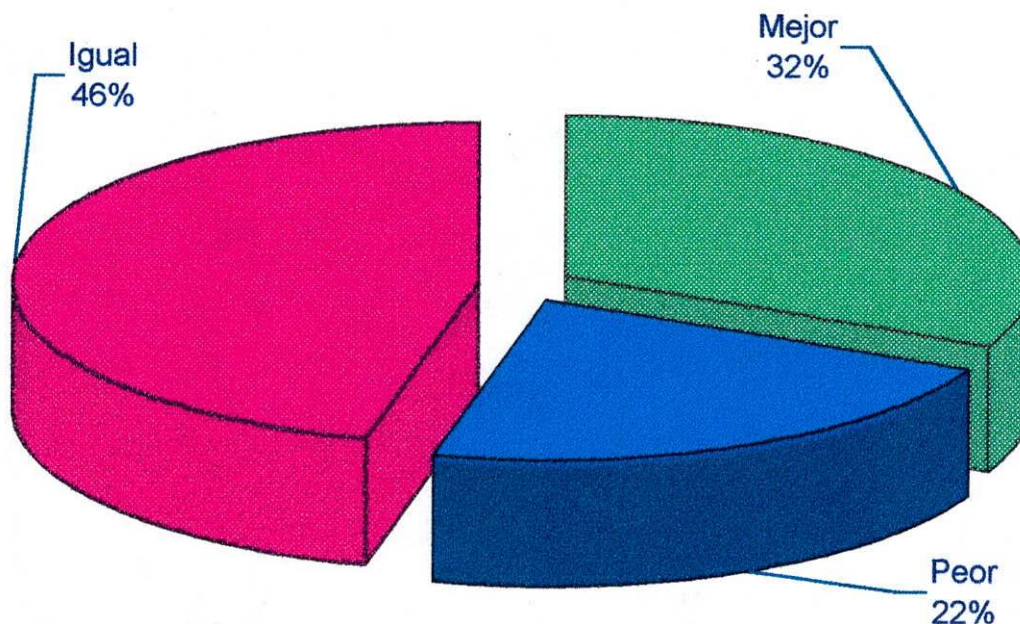
No. de encuestados			% de encuestados		
Mayor absorción	Igual absorción	Menor absorción	Mayor absorción	Igual absorción	Menor absorción
39	7	4	78	14	8
TOTAL = 50 encuestados			TOTAL = 100%		



Gráfica 2. Respuesta a la Pregunta 2: ¿Cuál es el grado de absorción respecto a la gasa de uso convencional? (Distribución porcentual)

Tabla 3. Pregunta 3: ¿Cómo le pareció el tamaño de la gasa con respecto a la gasa de uso convencional?

No. de encuestados			% de encuestados		
Mejor	Igual	Peor	Mejor	Igual	Peor
16	23	11	32	46	22
TOTAL = 50 encuestados			TOTAL = 100%		

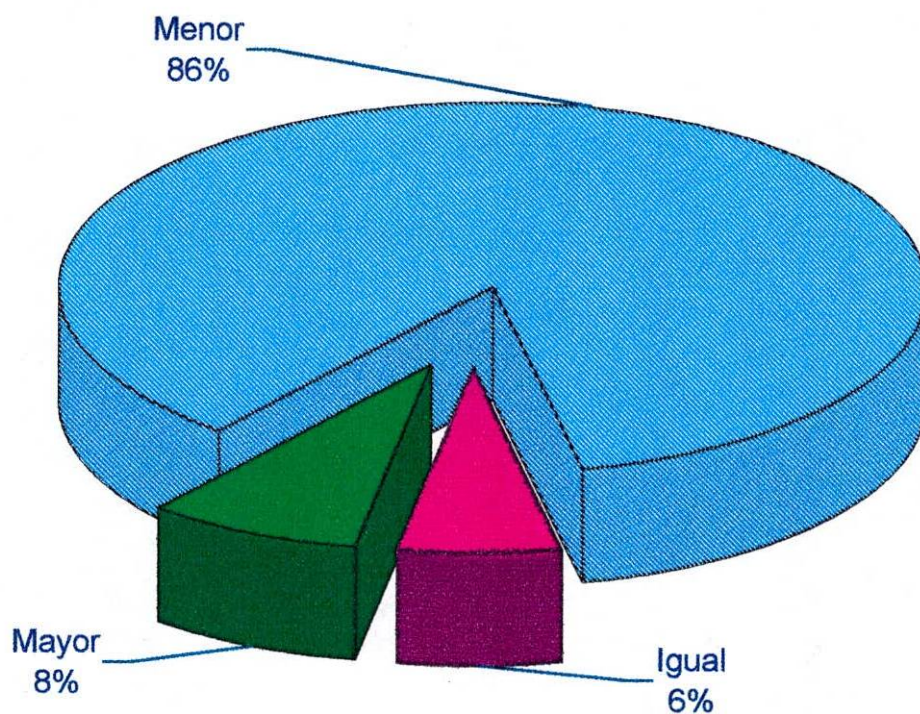


Gráfica 3. Respuesta a la Pregunta 3: ¿Cómo le pareció el tamaño de la gasa con respecto a la gasa de uso convencional? (Distribución porcentual)



Tabla 4. Pregunta 4: ¿Cuál fue la cantidad de gasas utilizadas?

No. de encuestados			% de encuestados		
Mayor	Igual	Menor	Mayor	Igual	Menor
4	3	43	8	6	86
TOTAL = 50 encuestados			TOTAL = 100%		



Gráfica 4. Respuesta a la Pregunta 4: ¿Cuál fue la cantidad de gasas utilizadas? (Distribución porcentual)