

# Comparando Películas de Empaque

## Consideraciones al elegir OPET, OPA y BOPP

Tiempo de lectura: 9 min.



Por Steve Sargeant, PhD,  
 Director de Desarrollo de Nuevos Negocios,  
 e Investigación y Desarrollo,  
 de Toray Plastics (America), Inc.

Cuando los convertidores o fabricantes de bienes de consumo seleccionan películas de empaque regularmente elijen películas de Poliéster Biorientado (OPET), Polipropileno Biorientado (OPP), o Poliamida Biorientada (Nylon Biorientado, OPA) - las películas más comúnmente usadas para empaques de alimentos - y algunos otros substratos que son buenas barreras contra la humedad y el oxígeno. En la mayoría de los casos la selección no es sencilla. No se trata de una película contra la otra pues en realidad muchos empaques de barrera son estructuras multicapas que a menudo combinan dos o aun todas estas películas. Frecuentemente el diseño de una estructura de multicapa para cierta aplicación podría requerir el uso simultáneo de estas películas, pues cada una contribuye con sus únicos atributos mecánicos, de resistencias térmicas, y de barreras; asimismo, el costo es un factor importante que debe considerarse.

Este artículo compara el polipropileno, poliéster y nylon en términos de barrera, densidad, y reducción en espesor. Adicionalmente incluye aplicaciones en el proceso de esterilización por autoclave, así como recientes desarrollos tecnológicos y el futuro de estos materiales.

### Consideraciones en la reducción del espesor

Puesto que las películas para empaque son vendidas por Kilogramos, a mayor espesor la película es más costosa por unidad de producto empacado.

Tradicionalmente el espesor se expresa en micras o micrones ( $\mu\text{m}$ ), y así valores pequeños indican espesores más delgados. Aunque la reducción de micras puede reducir los costos generales, algunas películas pueden ser adelgazadas más que otras sin que muestren muchas pérdidas en sus propiedades mecánicas, de barrera y resistencia térmica. Consecuentemente debido a diferencias básicas en los costos de estos plásticos, una película adelgazada con un alto precio por peso, pero con un aceptable desempeño en sus propiedades, puede ser más económica que una película más gruesa, de menor costo por peso y propiedades similares.

Con el propósito de maximizar el valor de las tres películas aquí consideradas, se ha invertido una considerable cantidad de esfuerzos en el adelgazamiento a tra-

vés de desarrollos en los procesos de fabricación de películas. De las tres películas, el Poliéster Biorientado (OPET) es el que se puede reducir con mayor facilidad. De hecho, fuera del área de empaques, para su uso en capacitores, las películas de Poliéster son producidas en espesores de 1,5 micrones. El desarrollo de automóviles híbridos (gasolina/eléctricidad) ha iniciado una serie de progresos importantes en esta área. De hecho, gracias a la disponibilidad de películas delgadas metalizadas, algunos investigadores opinan que es factible que en los próximos cinco años capacitores hechos exclusivamente con películas podrían reemplazar las baterías químicas tradicionales. Dentro del área de empaquetamiento, el factor común que limita el espesor es el problema de la distorsión térmica durante el proceso de conversión.

Algunos fabricantes pueden adelgazar películas de OPP hasta 12 micrones. Con espesores más delgados, debido a sus propiedades de elongación, los convertidores se enfrentan comúnmente con problemas del rompimiento de la película durante el proceso de conversión. Por ello es difícil imaginar que en el presente mundo comercial competitivo las películas de BOPP sean adelgazadas mucho menos de los 10 micrones.

El Nylon Biorientado (OPA) es probablemente la película más difícil de adelgazar aun más debido a sus propiedades higroscópicas, pues absorbe rápidamente humedad del medio ambiente, y el porcentaje absorbido varía en función de la humedad relativa. Esta propiedad higroscópica afecta pronunciadamente los atributos de la película al momento de ser producida. Por ello las películas de Nylon raramente son halladas en espesores menores de 10 micras; pero tal espesor es muy común. El adelgazamiento de películas de OPET esta limitada por su distorsión térmica. Esto se resume en la siguiente tabla comparativa:

Material	Espesores actuales	Espesores Futuros	Problemas en Conversión
OPET	12 $\mu\text{m}$	6 - 8 $\mu\text{m}$	Distorsión por calor
OPP	15 $\mu\text{m}$	10 - 12 $\mu\text{m}$	Roturas de rollos
OPA	12 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$	Distorsión por calor Absorción de humedad

**Propiedades de Barrera**

Las películas de OPET, OPP y OPA tienen diferentes valores intrínsecos de barrera contra oxígeno y la humedad. Adicionalmente, estas propiedades son alteradas con el porcentaje de estiramiento, o grado de orientación, que se le da a la película durante el proceso de fabricación. En general, a medida que sean mayores los grados de estiramiento, mayores serán los incrementos en cristalización y la densidad de la fase amorfa; y tales incrementos resultan en mayores valores de barreras. Este efecto, es válido para las tres películas las cuales son regularmente biorientadas para aplicaciones de espesores delgados.

La siguiente tabla compara los tres materiales en términos del porcentaje de transmisión de oxígeno (O<sub>2</sub>TR), medida en centímetros cúbicos (cc) por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), por día (cc/m<sup>2</sup>/día), y el porcentaje de transmisión del vapor de agua (MVTR), medida en gramos (g) por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) por día, (g/ m<sup>2</sup>/día).

Material	O <sub>2</sub> TR	MVTR
12 µm OPET	95 cc	30 g
12 µm BOPP	3100 cc	10 g
12 µm OPA	40 cc	210 g

Cuando se requieren valores aún menores de transmisión de oxígeno y de humedad, es muy común utilizar películas metalizadas en vez de usar películas transparentes, o bien empleando un equipo independiente de la línea principal de producción, se aplica un recubrimiento transparente tal como el Polivinilo de cloruro (PVdC) comúnmente conocido como Saran™, o bien se aplica una laminación por extrusión con resinas EVOH.

En el caso de metalización, la adhesión del metal al sustrato es crítica en la mayoría de las aplicaciones. Típicamente, la adhesión es debida al enlace químico de la capa de aluminio con la superficie sobre la cual el aluminio ha sido depositado a través de un enlace conveniente. La fortaleza de la adhesión aumenta con la polaridad, o la gran diferencia de carga electromagnética entre las cargas. Por ello, cualquier proceso que se pueda desarrollar para incrementar la presencia de enlaces incrementará la adhesión metálica. En las tres películas bajo estudio, el OPP, que es una cadena pura de moléculas de hidrocarburos sin oxígeno o nitrógeno que puedan polarizar, requiere de un mayor grado de funcionalización debido a su

pobre polaridad. La funcionalización se puede impartir durante la fabricación de la película o en la cámara de metalización.

La siguiente tabla compara la transmisión de oxígeno (O<sub>2</sub>TR) medida en cc/m<sup>2</sup>/día, y la transmisión de vapor de agua (MVTR) medida en gr/m<sup>2</sup>/día, de películas metalizadas de los tres materiales. Todas las películas tienen la misma densidad óptica de 2.2.

Material	O <sub>2</sub> TR	MVTR
12 um M OPET	1.5 cc	1.5 g
12 um M BOPP	23 cc	0.15 g
12 um M OPA	3.0 cc	8.0 g

**Densidad, una consideración de costo**

Densidad, o masa por unidad de volumen, es una variable importante al elegir una película de empaque. En general, películas con mayor densidad tienen menor rendimiento, o área por unidad por peso, que películas de menor densidad. Debido a que las películas se venden por peso, una película que tenga un espesor más delgado puede costar más que una más gruesa pero con menor densidad.

En términos de propiedades mecánicas y térmicas, el OPET es generalmente mejor que el OPP y el OPA. Sin embargo el OPET no siempre es elegido para aplicaciones de empaque debido a su mayor densidad, pues a menudo resulta en un costo más elevado por unidad de superficie. Aunque el OPA tiene una densidad intermedia entre el OPP y OPET, su ventaja de densidad sobre el OPET es derrotada debido a su desventaja de alto costo haciendo que la película de OPA sea más costosa por unidad de superficie.

Además de su mayor rendimiento sobre el OPET en el mismo espesor de película, OPA ofrece muy buenas propiedades mecánicas y térmicas. El tener un módulo de elasticidad menor resulta en su "estiramiento" que se refleja en mejores resistencias a la perforación y de rotura por dobleces en aplicaciones tales como en globos metálicos o en el proceso de autoclave. Avances recientes en el desarrollo de películas han permitido que el OPP y el OPET compitan contra el OPA en algunas de estas aplicaciones, especialmente en el caso de OPET que puede ser adelgazado fácilmente.

Editorial Emma Fiorentino Publicaciones Técnicas S.R.L. - PACKAGING - Año 15 - Nº 86 - Noviembre-Diciembre 2006



Aunque las propiedades mecánicas y térmicas del OPP no son tan buenas como las del OPET y OPA, muchas veces es la película elegida. Sus propiedades mecánicas y térmicas son suficientes en muchas aplicaciones, su densidad comparada con la del OPET (OPP = 1.0, OPET = 1.4) y su costo similar, lo hacen mucho más económico por metro cuadrado.

## Aplicaciones para el proceso de esterilización por autoclave

Una de las aplicaciones de mayor crecimiento en la industria de empaques flexibles para alimentos es el uso de esterilización por autoclave. El proceso de autoclave es un proceso de esterilización térmica en el cual el alimento es envasado herméticamente en envases que son calentados por cierto tiempo a 125°C para esterilizar el alimento. Después el consumidor calentará el alimento envasado. En Japón, Europa, y la fuerzas armadas de los Estados Unidos se ha sabido por mucho tiempo que este método de preparación de alimentos no sólo es más conveniente sino que además el alimento es más sabroso pues se evita el excesivo cocimiento y calentamiento, y obteniéndose además una mejor retención de la humedad. Hoy en día, los consumidores están descubriendo los beneficios de este proceso de preparación. Alimentos como el arroz y el atún son sólo dos ejemplos de productos que exitosamente se empaquetan de esta manera.

Estructuras comunes para autoclave poseen combinaciones de OPET y OPA con capas de barrera aprobadas por la FDA. Puesto que el proceso de autoclave es térmicamente muy agresivo, el OPP es inadecuado para esta aplicación, pero gruesas capas de CPP se usan frecuentemente con éxito como la capa para el sellado interno.

Recientes desarrollos de películas para el proceso de autoclave, incluyen el recubrimiento en vacío de substratos de OPET con materiales de barrera transparente, películas de OPET con excelente adherencia que pueden laminarse por ambos lados, OPET de alta elongación con mejor resistencia al perforamiento, y una nueva película de PET metalizada que posee capas promotoras de adhesión que proveen un buen anclaje entre la capa de metal y la película base incluso durante el proceso de autoclave.

## Qué nos depara el futuro

Adelantos en las películas de empaque ocurrirán a través de incrementos en funcionalización. En algunos casos, los fabricantes modificarán las resinas para mejorar el desempeño de las películas. Por ejemplo, una capa intermedia de alta cristalinidad puede resultar en una capa de barrera con mejor transparencia. En otros casos, las características deseadas se obtendrán coextruyendo capas funcionales sobre una o ambas superficies de la película. Por ejemplo, esta técnica puede utilizarse para fabricar una película preparada para la adhesión de tinta sobre uno lado, y que sea sellable por el otro.

de fabricación de la película hará posible el mejoramiento de características, como por ejemplo el recubrimiento con capas de alta barrera a un mínimo costo incremental.

Con la excepción del PVdC que no puede ser fácilmente metalizado sin degradamiento, varias de estas nuevas tecnologías se prestan muy bien a la metalización; en algunos casos incluso mejorando la adhesión de la capa de aluminio, permitiendo la obtención de barreras ultra altas.

Hay muchos esfuerzos en marcha para mejorar las películas. Recientes avances en diseños de dados y alimentadores han permitido que los investigadores obtengan vastas mejoras en las propiedades de resistencias a la propagación de desgarramiento y la perforación de películas de OPET y OPP de bajo costo.

Como se indicó anteriormente, frecuentemente se usa OPA en una de las capas en las películas de empaque para el proceso de autoclave. Aunque su uso como película monocapa es limitada por su alto costo, nuevas películas multicapas con OPA en una de las capas están siendo desarrolladas. Su propiedad de absorción de la humedad está demostrando ser útil para laminaciones con papel evitándose así problemas del enroscamiento de la estructura laminada. Probablemente continuará la gran popularidad en el uso de Nylon para el empaquetamiento de café.

Se están conduciendo esfuerzos significativos para mejorar las propiedades de sellamiento de los substratos de OPP y OPET. Los ingenieros que desarrollan películas están trabajando para mejorar las propiedades de sellamiento que resulten en mejores sellos herméticos para obtener mejor estabilidad de empaque y una vida de góndola más prolongada, y al mismo tiempo trabajan para mejorar el nivel de producción en las líneas de empaque que resultan en diseños más robustos.

Finalmente, para películas coextruidas de OPET u OPA, desarrollos en el área de materiales sellantes apropiados para el proceso de autoclave están en marcha, ya que este mercado continua expandiéndose y penetrando en nuevos segmentos.

**Perfil de Toray Plastics (America).** Es líder en la fabricación de películas de poliéster y polipropileno para empaques flexibles y rígidos, y aplicaciones magnéticas, industriales y en las artes gráficas. La empresa es subsidiaria de Toray Industries, Inc., líder mundial en la fabricación de fibras sintéticas y textiles, fibras de carbono, plásticos, químicos, farmacéuticos, y películas técnicas para alto rendimiento. Las ventas anuales exceden los 9 billones de dólares.

## MAYOR INFORMACION:

Toray  
50 Belver Ave - North Kingstown, RI 02852-7500, USA  
Tel.: 401-294-4511 - Fax: 401-294-1480  
Tel.: 401-294-4511 ext 4442.  
E-mail: Steve.sargeant@toraytpa.com  
Web: www.torayfilms.com

