

El uso del aceite de palma en la producción de poliuretanos

Use of Palm Oil for the polyurethanes production

Mónica Cuéllar S.
Ana I. Rivas C.¹

Resumen

En el ámbito mundial uno de los polímeros más importantes lo constituye la familia de los poliuretanos (PU), cerca del 5% del mercado de los plásticos poliméricos pertenece a esta categoría. Asimismo, los poliuretanos tienen aplicaciones en las industrias automotriz, de pinturas y recubrimientos, de adhesivos y elastómeros. La utilización de fuentes naturales como los aceites vegetales para la producción de polioles, componente fundamental de los poliuretanos, se ha venido explorando desde mediados del siglo XX, trayendo como resultados patentes y procesos derivados que emplean aceites y en particular aceite de palma en la producción de insumos tanto para espumas rígidas de poliuretano como espumas flexibles.

Summary

At world level one of the most important polymers is the family of the polyurethanes (PU's), near 5% of the market of the plastic polymerics it belongs to this category. Also, the polyurethanes have applications in industries like automotive, of paintings and coatings, of adhesives and elastomers. The use of natural sources as the vegetable oils for the polyols production, fundamental component of the polyurethanes, one has come exploring from half of the XX century, bringing as results patents and derived processes that they use oils and in palm oil in the production of raw materials for rigid foams of polyurethane or flexible foams.

Palabras Clave

Polioles,
Poliuretanos,
Aceite de palma,
Fuentes naturales,
Polioles de aceites naturales,
Lows.

1 . Química, Investigadora Asistente de Cenipalma. E-mail: monica.cuellar@cenipalma.org

Introducción

Los poliuretanos fueron descubiertos en 1937 por Otto Bayer, se forman de la reacción de poliadición entre un isocianato (di o trifuncional) y un polioliol, junto con otras sustancias como extensores de cadena, catalizadores, agentes de expansión, surfactantes, agentes de envejecimiento, colorantes, pigmentos, retardadores de llama, etcétera. Hoy en día ocupan un lugar importante dentro de los polímeros sintéticos de alto desempeño.

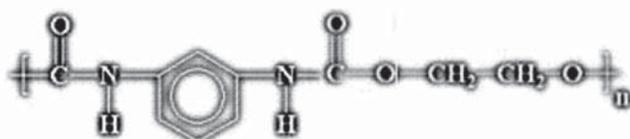


Figura 1 Estructura general de los poliuretanos

Dentro de las materias primas están los isocianatos, compuestos cuya característica común es su elevada reactividad química frente a compuestos que disponen de hidrógenos activos.

La obtención de los isocianatos se realiza mediante la fosfogénación de aminas, generalmente se realiza en presencia de un solvente aromático clorado para facilitar la remoción del fosgeno en exceso durante la purificación del producto. Durante la fosfogénación ocurren varias reacciones colaterales, entre éstas se destacan la formación de carbodiimida y urea.

Los isocianatos más empleados a nivel industrial son el TDI: tolueno diisocianato y el MDI difenilmetano diisocianato.

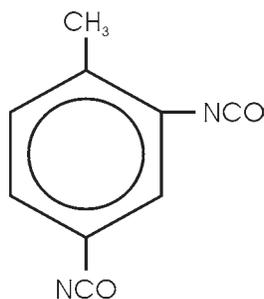


Figura 2 Tolueno diisocianato

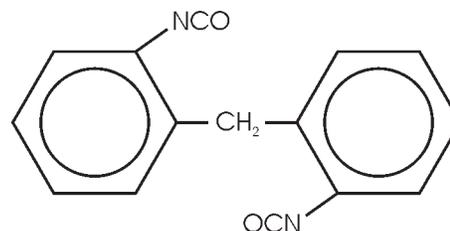


Figura 3 Difenilmetano diisocianato

Tal como los isocianatos en la formación de los poliuretanos, los polioles son fundamentales y éstos pueden ser poliésteres o poliéteres, siendo más empleados los últimos. Los polioles poliésteres se obtienen de la polimerización de los óxidos de etileno, propileno y butileno.

El tipo de polioliol utilizado confiere diferentes propiedades a los poliuretanos obtenidos, es así como para la fabricación de espumas rígidas y flexibles de alta resistencia, se utilizan polioles derivados del óxido de propileno y el glicerol o 2,6- hexanotriol.

Normalmente, los polioles que tienen pesos moleculares entre 1000 y 6000 y un número de grupos funcionales entre 1,8 y 3,0; dan origen a espumas flexibles y elastómeros, los que tienen cadena corta (250-1000) y funcionalidades, es decir un número de grupos funcionales entre 3 y 12 producen poliuretanos rígidos con alto grado de entrecruzamiento, útiles para espumas rígidas y tintas de alto desempeño.

Los poliuretanos, PU se consideran como uno de los polímeros más versátiles del mundo en cuanto a sus aplicaciones debido no solamente a la posibilidad de modificar sus propiedades con base en los aditivos que sean incorporados al sistema reactivo y también a la alta reactividad del grupo isocianato. Éste reacciona con polioles, agua, amidas, otros isocianatos, urea y grupos uretano, dando como resultado -además del enlace uretánico, que confiere el nombre al polímero- enlaces tipo poliúrea, alofonato y biurea, de cuya proporción depende el uso final del poliuretano. Este uso final se encuentra desde el campo de los recubrimientos para vehículos pasando por las espumas de aislamiento térmico hasta los adhesivos y piezas moldeadas para muebles industriales, de oficina y domésticos (Rivas, 2003).

En la siguiente tabla se muestran algunos de los usos de los PU.

Tabla 1 Usos y aplicaciones de los poliuretanos

Poliuretanos	Aplicación
Espumas flexibles	Silletería, colchones, autopartes: descansabrazos, volantes, parachoques
Espumas rígidas	Aislamiento térmico, neveras, cuartos fríos, insonorización, paneles de oficina
Isocianurato Elastómeros	Aislamiento e impermeabilización Ruedas, guantes, cilindros de impresión
Adhesivos	Libros, embalajes
Tintas y revestimientos	Automóviles, tanques y equipos industriales

Historia

La comercialización de los PU empezó a finales de la década de 1930 en Alemania, con la fabricación de espumas rígidas adhesivos y tintas. Los elastómeros derivados de PU se fabricaron en la década siguiente en Alemania e Inglaterra. Durante la segunda guerra mundial el desarrollo de los PU se detuvo, pero a partir de 1946 este mercado registro un crecimiento enorme. En la década de 1950 se desarrollaron comercialmente las espumas flexibles para autopartes, colchones y muebles de oficina.

En los años sesenta, con el uso de los clorofluorocarbonados (CFC) como agentes espumantes de alta velocidad, se introdujo un nuevo uso para los PU: el de aislante térmico. En la década de 1970 el mercado de los PU se caracterizó por el uso de espumas semiflexibles y semirrígidas revestidas con materiales termoplásticos en la industria automotriz, en los años ochenta se incrementó el estudio entre la estructura molecular y las propiedades del los PU. En la década de 1990 y en los primeros años del nuevo milenio la marcada preocupación por el medio ambiente ha llevado a pensar tanto en sustituir los CFC y los compuestos orgánicos volátiles empleados en la fabricación de productos derivados de los PU, como en el uso de fuentes naturales como los aceites vegetales y en procesos de reciclaje de los PU.

Mercado mundial de los poliuretanos

El consumo mundial de los PU durante el año 2000 fue de 8,5 millones de toneladas, durante el 2002 de 8,7 millones y para el 2004 se proyectó un consumo de 10,8 millones. En la actualidad ocupan el sexto lugar entre los plásticos más vendidos, con 5% del mercado mundial. Los mayores consumidores son América del Norte, Europa y Asia (Reed, 2003).

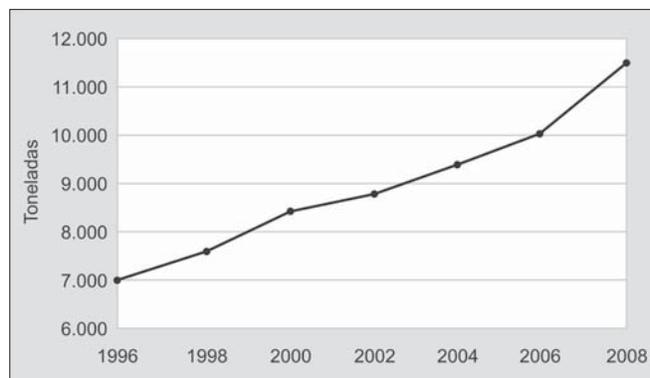


Figura 4 Producción mundial de poliuretanos

El crecimiento de la demanda de espumas en las diferentes regiones osciló entre 3 y 5% (1996-2001) para las espumas de PU siendo mayor la tasa de crecimiento para las rígidas (Rivas, 2003).

En cuanto a materias primas, los polioles más empleados son los PPG (poli/(oxipropileno/etileno), polioles-poliésteres poli (oxitetrametileno), polibutadieno líquido hidroxilado (PBLH), de los cuales se destacan los derivados de los PPG. En cuanto a los isocianatos 95% se derivan

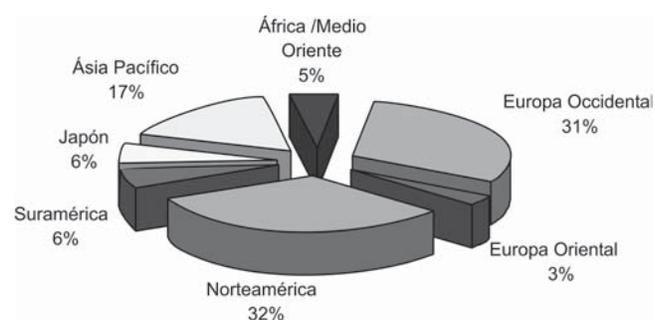


Figura 5 Distribución por regiones de la producción mundial de poliuretanos

del tolueno diisocianato y del metileno difenil isocianato, TDI y MDI respectivamente (Rivas, 2003).

En la Tabla 2 se encuentra el consumo mundial de las materias primas principales con datos estadísticos del 2000 y proyecciones para los años 2002 y 2004. Es importante destacar que en la producción de PU la proporción de polioles empleada es superior al 50% (<http://www.poliuretanos.com.br>).

Tabla 2 Consumo mundial de polioles e isocianatos (miles de toneladas)

Año	2000	2002	2004
Poliol poliéster	3.465	3.880	4.350
Poliol poliéster	1.180	1.330	1.490
MDI	2.370	2.650	2.970
TDI	1.441	1.610	1.800
Total	8.460	9.470	10.610

Mercado latinoamericano y colombiano

A partir de los años noventa el mercado latino ha elevado su consumo desde 240.000 toneladas hasta un valor hoy en día superior a las 600.000 toneladas anuales; así, la región participa con 6 a 7% del consumo mundial. Se proyecta que para el 2005 la demanda ascenderá a 700.000 toneladas con una tasa de crecimiento del 4% anual (<http://www.poliuretanos.com.br>).

En América Latina las distintas aplicaciones de los PU se distribuyen según lo muestra la Figura 6, concentrándose principalmente en espumas

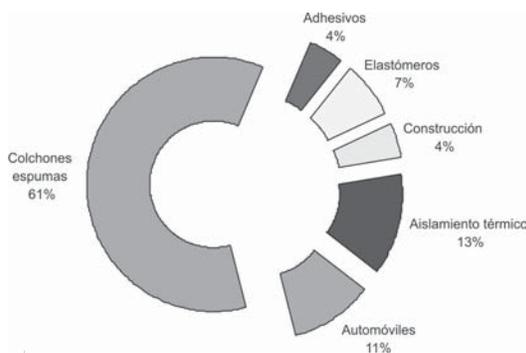


Figura 6 Distribución de la demanda por productos en Latinoamérica

flexibles para colchones (57%) y espumas rígidas para aislamiento térmico (12%) (<http://www.poliuretanos.com.br>).

Finalmente, el consumo de PU entre los países de América Latina se distribuye de la siguiente forma (Figura 7).

En el ámbito nacional la comercialización de los PU y sus materias primas es realizada por empresas tales como Bayer, Dow Chemical, Rohn and Haas (materias primas) y por empresas de menor escala como Olaflex, Productos Químicos S.A., Espumlatex, Sika Andina (PU) (Rivas, 2003).

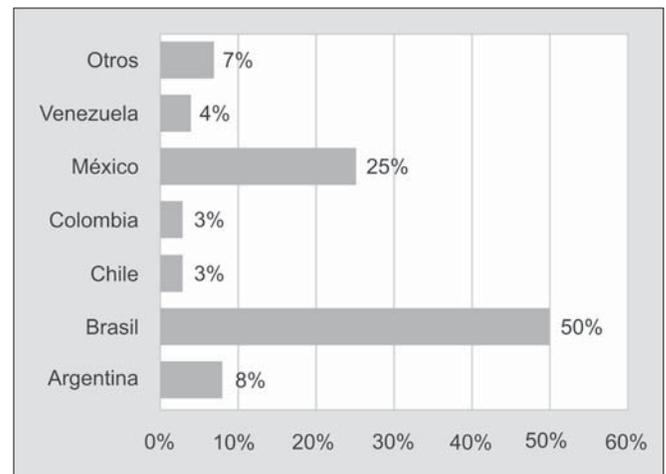


Figura 7 Distribución del consumo de poliuretanos en Latinoamérica



Figura 8 Valor FOB de las importaciones y exportaciones colombianas de poliuretanos en millones de US\$

Los PU que se importan provienen principalmente de Estados Unidos, México, Alemania e Italia. El valor de las importaciones para el 2002 ascendió a US\$ 3,1 millones, mientras que las exportaciones no alcanzaron los US\$ 150.000. El principal destino fue Ecuador con 67% de las exportaciones (Mincomex, 2003) (Figura 8).

Obtención de polioles de aceite de palma

Los aceites vegetales se han explorado desde mediados del siglo XX como fuentes para la producción de polioles, existen registros del uso de aceite de ricino que datan de 1955, y en 1988 se utilizó el aceite de palma RBD para producir polioles, posteriormente se patentó este proceso (Chian and Gan, 2003).

A partir del aceite de palma pueden producirse polioles de tipo poliéster al poner en contacto el aceite de palma con una mezcla de ácido dicarboxílico y etilenglicol, en presencia de catalizadores y con gas de arrastre que puede ser nitrógeno, con el fin de evitar la oxidación (Figura 9).

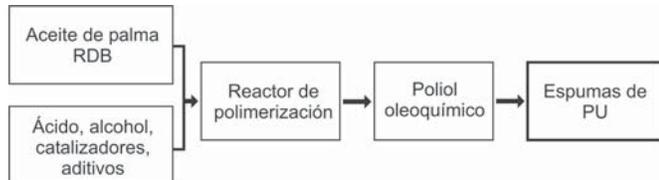


Figura 9 Esquema industrial para la producción de polioles de aceite de palma

Al controlar las condiciones de reacción y los aditivos se pueden obtener polioles lineales (espumas flexibles) y entrecruzados (espumas rígidas). Asimismo puede modificarse el peso molecular del producto final al variar la relación entre los grupos hidroxilos a los grupos carboxilo de la mezcla de reactantes (Gan, 2003).

Uso de los aceites vegetales y aceite de palma en la fabricación de polioles

Sin embargo, aunque sea técnicamente posible producir polioles de aceite de palma y otros aceites, y aunque existan países que cuenten con esta tecnología, tales como Malasia, es impor-

tante mencionar cuáles son los factores que impulsan el uso de los aceites vegetales en la industria de los PU y que han generado los desarrollos en este sentido.

Los aceites vegetales son atractivos por ser materias primas de categoría *Lows*, es decir presentan con respecto a las fuentes tradicionales menor (*low*) costo, menor (*low*) costo de procesamiento, menor (*low*) costo de capital y menor (*low*) impacto ambiental (Potter, 2003).

Junto con el aceite de palma, otros aceites como el aceite de ricino, aceite de pescado, aceite de soya, aceite de girasol y aceite de colza pueden utilizarse en la producción de polioles. Estos aceites son *commodities*, lo cual se asegura mayor estabilidad en los precios con respecto a las materias primas petroquímicas; además de esta ventaja, compartida con todos los aceites vegetales, el aceite de palma tiene a favor que su producción se encuentra en expansión y adopción de diversas rutas de transformación para nuevas aplicaciones.

Al continuar con las ventajas enunciadas, el aceite de palma es atractivo en la industria de los polioles por ser un recurso renovable a diferencia de la fuente actual (petróleo), por ser la fuente de polioles de menor viscosidad, lo que se traduce en mayor facilidad para el procesamiento de sus polioles, además de permitir la síntesis de PU con diversas características, desde elastómeros hasta espumas rígidas y flexibles.

En contraste con las ventajas, los aceites vegetales presentan como desventajas la variabilidad en los productos finales que se obtienen, principalmente en el peso molecular de los polioles, la necesidad de utilizarse en los sistemas de PU junto con los polioles minerales o petroquímicos y los costos de cosecha para los aceites vegetales.

A pesar de lo anterior, los polioles de aceites naturales o vegetales (NOP, *natural oil polyols*) poseen un mercado potencial de gran escala. En ese sentido, empresas como Bayer y BASF han declarado la sustitución de los polioles minerales por NOP para la producción de 25% del total de espuma rígida (450.000 toneladas) y de 10% del total de PU respectivamente, porcentajes que suman sólo para estas dos compañías 750.000 toneladas (Reed, 2003).

Conclusiones

- Los poliuretanos son considerados como uno de los polímeros más versátiles debido a la variedad de aplicaciones que van desde recubrimientos vehiculares hasta productos moldeados para oficina, las cuales han sido desarrolladas a través de las décadas posteriores a su descubrimiento en 1937.
- El mercado mundial de poliuretanos constituye 5% del mercado mundial de plásticos y se caracteriza por ser un mercado en crecimiento, el que en 2002 comercializó alrededor de 8,8 millones de toneladas.
- El mercado latinoamericano de poliuretanos ha sido altamente dinámico, en la década de 1990 al pasar la producción de 240.000 toneladas a 600.000 toneladas anuales registradas para el año 2000.
- La proporción de utilización de los polioles en los poliuretanos, en los que prácticamente 50% es polioliol, señala la importancia de explorar nuevas fuentes de naturaleza renovable como los aceites vegetales.
- En la actualidad las preferencias hacia los productos de menor impacto ambiental y las fuentes renovables hacen del aceite de palma una materia prima atractiva para la industria de los poliuretanos.
- A partir del aceite de palma es posible producir polioles para diversas aplicaciones, ya que las diferentes modificaciones de los sistemas reactivos y condiciones reactivas conllevan la síntesis de materiales con propiedades específicas para una u otra aplicación. ☼

Bibliografía

- MINCOMEX, 2003. Base de datos de importaciones y exportaciones 1998-2003.
- GAN, N. *et al.* 2003. Polyester Polyols from Palm Oil and Palm Kernel Oil for Flexible Polyurethane Foams. Proceedings of Oleochemicals Conference. Malasia. p.280-288.
- GAN, N. *et al.* 2003. Production of Polyols from Oils for the manufacture of Polyurethane Foams. Proceedings of Oleochemicals Conference. Malasia. p.121-127.
- POTTER, S. 2003. New Raw Material Polyurethane. Foams. Proceedings of Oleochemicals Conference. Malasia. p.119.
- REED, D. 2003. Global Polyurethane Markets and the Potential for Renewable Raw Materials. Proceedings of Oleochemicals Conference. Malasia. p. 241 -252.
- RIVAS, A. 2003. Poliuretanos. Trabajo Inédito. Curso de Polímeros. Universidad Nacional de Colombia.
- ZYGMUND, I. 2001. Polyurethanes the Most Versatile Polymers. Foams. Proceedings of Oleochemicals Conference (Malasia).
- <http://www.poliuretanos.com.br>