

TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO UTILIZANDO SOLVENTES VERDES

Daniela López R., Paula Rhenals M., Maria A. Tangarife Z., Katherine Vega O., Leidy Rendón C., Yesid Vélez S., Margarita Ramírez C[†]

Universidad Pontificia Bolivariana, Cir. 1 #70-01, of. 11-223, Medellín, Colombia.

Recibido 15 Noviembre 2013; aceptado 10 Marzo 2014

Disponible en línea: 30 Junio 2014

Resumen: En esta investigación se realizó el tratamiento de residuos de Poliestireno expandido utilizando solventes verdes. Inicialmente se evaluó la agitación y el porcentaje de mezcla solvente verde - Poliestireno, obteniéndose diferentes soluciones que fueron analizadas cualitativamente mediante espectroscopia infrarroja. Los espectros obtenidos presentaron las bandas características de los grupos funcionales de Estireno y Poliestireno. Posteriormente se planteó una matriz de diseño factorial 2^3 para evaluar el efecto de la temperatura (30-80 °C), agitación (310-500 rpm) y porcentaje de mezcla (40-80 %) sobre la reducción del volumen ocupado por los residuos de EPS en el tratamiento con solventes verdes. Las muestras obtenidas fueron analizadas por espectroscopia FTIR. Finalmente se propuso un layout de una máquina con la que se busca tratar los residuos de Poliestireno expandido en los puntos primarios de generación de desechos.

Palabras clave: D-limoneno, Estireno, Poliestireno expandido, Espectroscopia infrarroja, Disolución.

WASTE TREATMENT OF EXPANDED POLYSTYRENE USING SOLVENT GREEN

Abstract: In this investigation, a treatment of expanded polystyrene waste using green solvents is proposed. Agitation and the percentage of green solvent-polystyrene mixture were evaluated at the beginning, obtaining different solutions which were qualitatively analyzed by infrared spectroscopy. Spectra obtained showed the characteristic bands of the functional groups of styrene and polystyrene. It was subsequently raised an array of 2^3 full factorial design to evaluate the effect of temperature (30-80 °C), agitation (310-500 rpm) and blend percentage (40-80 %) on the reduction of the volume occupied by EPS waste using green solvents. The obtained samples were analyzed by FTIR spectroscopy. Finally, a machine design is proposed for treating expanded polystyrene waste on primary points of generation.

Keywords: D-limonene, Styrene, Expanded Polystyrene, Infrared spectroscopy, Dissolution.

[†] Autor al que se le dirige la correspondencia:

Tel. (+57 4) 4488388 ext 14051.

E-mail: margarita.ramirez@upb.edu.co (Margarita Ramírez C.).

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de una mejor calidad de vida ha aumentado la demanda de bienes y servicios que logran satisfacer las exigencias del consumidor. Materiales como los plásticos tienen la capacidad de adaptarse a necesidades técnicas específicas, con un constante incremento en la producción de estos en las últimas décadas ([SUBRAMANIAN, 2000](#)). Se ha reportado que en el 2010 la producción mundial de plásticos fue de $2,65 \times 10^{11}$ kg, con una tendencia a aumentar un 5 % por año ([WU, et al. 2013](#)).

Una consecuencia de dicho consumismo es la acumulación de grandes cantidades de desechos. Más del 70 % de los residuos plásticos corresponden a Polietileno, Polipropileno, Cloruro de Polivinilo y Poliestireno ([BALAKRISHNAN & GURIA, 2007](#)). Este último es uno de los materiales de envasado más empleados en la sociedad de hoy y, al igual que otros productos de embalaje, una vez llega al final de su vida útil, es desechado en vertederos a cielo abierto ([IATKAMJORNWON, et al. 1999](#)), tardando 150 años en descomponerse ([ADJANARA, 2010](#)) y generando contaminación del agua y el suelo ([KAN & DEMIBORGA, 2009](#)).

En Medellín, la cantidad mensual de desechos de Poliestireno Expandido (EPS) puede llegar a los 2000 m³ y se pueden acumular más de 5000 m³ en un solo lugar en cuestión de meses ([URREA, 2009](#)). La vida útil de los rellenos sanitarios está disminuyendo rápidamente. Según las Empresas Varias de Medellín el relleno sanitario de la Pradera tiene una vida de 35 años más, puesto que solo el 12 % de los desechos que llegan a este lugar son aprovechados.

Debido a que estos residuos invaden espacios en los vertederos, a nivel mundial se están considerando diversas alternativas para su gestión. Los métodos más empleados actualmente para el tratamiento de estos residuos poliméricos son el reciclaje energético o combustión y el reciclaje químico ([GARCÍA, et al. 2009](#)).

La incineración del EPS produce mayores cantidades de hollín y HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) que los demás plásticos debido a la presencia de anillos aromáticos en su estructura. Ambos productos de esta combustión son potencialmente peligrosos para la salud ([ERGUT, et al. 2007](#)).

Por su parte, el reciclaje químico, emplea solventes orgánicos y derivados del petróleo, tales como Benceno, Tolueno, Xileno, Tetrahidrofurano, Cloroformo y Acetona ([GARCÍA, et al. 2009](#)). El 4 % de la producción mundial de petróleo se destina a la creación de materias primas plásticas y un 4 % adicional se emplea como energía para convertir los insumos en prototipos o productos terminados ([SUBRAMANIAN, 2000](#)). De esta manera el proceso resultaría más costoso que el de la producción del plástico virgen. Además, al mezclarse con estos solventes, el material podría perder sus propiedades originales, dificultándose su aceptación en el mercado de artículos reciclados, porque este sólo permite productos con calidad similar a la del material original ([GARCÍA, et al. 2009](#)).

Teniendo en cuenta que el EPS presenta una densidad de 50 kg/m³ ([KAN & DEMIBORGA, 2009](#)), los procesos de recuperación antes mencionados, son difícilmente implementados, debido al elevado costo que requiere el transporte de los grandes volúmenes del material a los lugares de tratamiento ([GARCÍA, et al. 2009](#)). Según Germán Segura, director de la Fundación Verde Natura (FVN), una tracto mula que carga normalmente 30.000kg de residuos, solo podría llevar 300 kg de EPS, aunque el precio del flete es el mismo.

La educación sobre la contaminación medioambiental incrementa la preocupación con respecto al estilo de vida y a la manera en que son dispuestos los residuos, generando entonces la necesidad de optimizar (maximizar) la energía empleada en cada paso del sistema, desde la producción de los bienes hasta la disposición de los desechos ([SUBRAMANIAN, 2000](#)).

Otros métodos de procesamiento para tratar los residuos de EPS con solventes no contaminantes y desde el lugar de su generación deben ser explorados, con el fin de hacer eficiente el transporte de este y reducir el costo de los procesos de reciclaje antes mencionados.

En esta investigación se planteó una matriz experimental para realizar el tratamiento y reducción del volumen ocupado por residuos de EPS empleando solventes verdes y su respectiva caracterización. A su vez, se diseñó una máquina para tratar dichos residuos desde su fuente de producción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El tratamiento de residuos de Poliestireno expandido utilizando solventes verdes se realizó en dos etapas: la primera consistió en el desarrollo de ensayos preliminares que fueron la base para el planteamiento de una matriz de diseño factorial implementada en la segunda etapa.

2.1. Ensayos preliminares

Inicialmente se trituraron los residuos de EPS y se mezclaron con d-limoneno en un baño maría en las proporciones mostradas en la [Tabla 1](#), garantizando una temperatura de 30 °C aproximadamente y una agitación mecánica entre $25\pi/3$ y $31\pi/3$ rad/s en un tiempo de 10 min, como se muestra en la [Fig. 1](#).

Tabla 1. Matriz experimental para ensayos preliminares

Proporción d-limoneno:EPS	Agitación (rpm)
20:3	250
5:1	280
4:1	310



Fig. 1. Montaje experimental para la obtención de la mezcla.

En la [Fig. 1](#), se observa el montaje experimental y del cual se obtuvieron nueve muestras que fueron caracterizadas cualitativamente mediante espectroscopia infrarroja, cuyos espectros fueron comparados con los estándares de Poliestireno y Estireno.

2.2. Segunda etapa

A partir de los ensayos preliminares y manteniendo el mismo método, se planteó una matriz experimental acoplado de un diseño factorial 2^3 ([Tabla 2](#).) para evaluar el efecto de la temperatura (30-80 °C), agitación (310-500 rpm) y porcentaje de mezcla (40-80 %) sobre el tratamiento con d-limoneno de residuos de Poliestireno expandido.

Tabla 2. Matriz experimental para el tratamiento de residuos de EPS

Ensayo	Temperatura (°C)	Agitación (rpm)	Proporción d-limoneno:EPS
1	80	500	3:2
2	80	500	4:1
3	80	310	3:2
4	80	310	4:1
5	30	500	3:2
6	30	500	4:1
7	30	310	3:2
8	30	310	4:1

De la matriz observada en la [Tabla 2](#), se obtuvieron ocho muestras que fueron analizadas mediante espectroscopia infrarroja.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el tratamiento de desechos de Poliestireno expandido se empleó d-limoneno, debido a su demanda como disolvente biodegradable. Aparte de ser un disolvente industrial, también tiene aplicaciones como componente aromático, desengrasante natural y es ampliamente usado para sintetizar nuevos compuestos ([TORRES, 2004](#)). Asimismo, reemplaza los solventes tóxicos como Benceno, Tolueno, Xileno, Cloroformo y Tetrahidrofurano que permiten la solubilidad de cantidades superiores de EPS. Sin embargo, estos disolventes no son afines a la "química verde" y no deben ser utilizados para el proceso de reciclaje, mientras que el d-limoneno es un disolvente terpénico (natural) que también muestra una alta capacidad para disolver el Poliestireno expandido ([GARCÍA, et al. 2009](#)).

El d-limoneno tiene un punto de ebullición y de fusión de 177.8 °C y -96.7 °C respectivamente, es insoluble en agua pero soluble en alcohol etílico y otros solventes, su densidad es de 0.8422 g/mL y su color varía de agua cristalina a ligeramente amarillento (TORRES, 2004).

Para favorecer la disolución completa de EPS en d-limoneno se consideró un tiempo operacional de 600s y la reducción de tamaño del material para favorecer el área superficial de contacto.

Las distintas condiciones de temperatura y de agitación mecánica fueron evaluadas para verificar si estas variables favorecen el proceso de despolimerización y/o disolución, ya que está reportado que a temperaturas superiores a 60 °C la solubilidad es mayor y se produce una degradación de las cadenas de polímero (KAN & DEMIBORGA, 2009).

También, se evaluaron distintas proporciones de solvente verde para determinar el ensayo que requirió menor cantidad de d-limoneno, y minimizar el costo del proceso.

A partir de las diferentes condiciones operacionales en el proceso, se obtuvo un líquido homogéneo y traslúcido como se observa en la Fig. 2.



Fig. 2. Disolución de EPS en d-limoneno.

En la Fig. 2, se observa la disminución del volumen ocupado por el EPS.

3.1. Ensayos preliminares

Según los espectros correspondientes a las muestras de las soluciones líquidas, se obtuvieron los mismos resultados, debido a que se mostraron bandas características similares que se relacionaron con grupos funcionales específicos del monómero y del polímero, tales como la presencia del anillo aromático visualizada en la región de 3100 - 3000 cm^{-1} , del anillo aromático

monosustituido en la región de 1700-2000 cm^{-1} y olefinas en la región de 3060-3085 cm^{-1} .

En la Fig. 3 se muestra el espectro estándar del monómero que presentó mayor similitud con la muestra a una proporción 4:1 de d-limoneno respecto a EPS y una agitación de 250 rpm, aunque fue evidente una mayor cercanía con el espectro del Poliestireno expandido antes de ser tratado (Fig. 4).

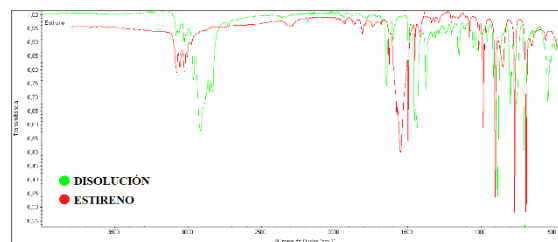


Fig. 3. Espectro de estireno vs. Muestra tratada en una proporción 4:1 y agitación de 250 rpm.

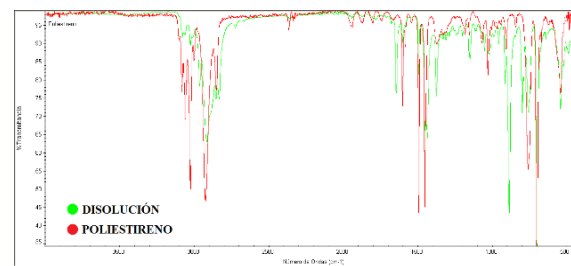


Fig. 4. Espectro de EPS vs. Muestra tratada en una proporción 4:1 y agitación de 250 rpm.

3.2. Segunda etapa

De acuerdo a la matriz experimental, acoplada de un diseño factorial 2^3 , observada en la Tabla 2, para el tratamiento de residuos de EPS es necesario tener en cuenta que en aplicaciones industriales, es frecuente encontrar situaciones en las cuales se deben determinar los factores que afectan a un proceso de entre un gran número de posibilidades. En este caso, la aplicación de diseños factoriales completos replicados es costosa e innecesaria, y es recomendable el uso secuencial de diseños fraccionales programados que permiten identificar los efectos más significativos, reduciendo considerablemente el número de experimentos a realizar (JUAN & PEÑA, 1991).

De las muestras obtenidas se evidenció que los residuos de EPS fueron disueltos por el d-

limoneno en cada uno de los ensayos, obteniendo soluciones que visualmente diferían en su consistencia, porque esta era mayor en las muestras que fueron tratadas a una proporción 3:2.

De igual forma, se observó, que en promedio el volumen de la mezcla disminuyó a una razón entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ respecto al ocupado inicialmente por el EPS a tratar, lo que permite disminuir los costos de transporte de dichos residuos y hacer este proceso económicamente más viable que los tratamientos tradicionales como el reciclado mecánico.

Además, a pesar de que existen investigaciones en las que se argumenta que la solubilidad de EPS en solventes como el d-limoneno aumenta de manera directa con la temperatura (GARCÍA, et al. 2009), así como con la agitación (TORRES, 2004), se encontró experimentalmente que a partir de dichos parámetros no se determinaron diferencias en cuanto a la disolución, de donde se deduce que el factor determinante en el tratamiento es la proporción. Así, las condiciones operacionales óptimas fueron aquellas en las que la cantidad de d-limoneno a usar fue menor, es decir, para los ensayos en los que se utilizó una proporción 3:2, como se muestra en la Fig. 5.

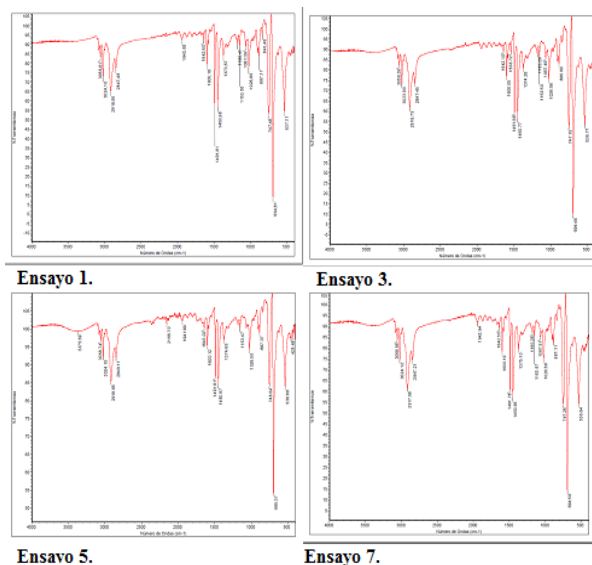


Fig. 5. Espectros de las muestras tratadas en una proporción de 3:2.

En la Fig. 5. se observan los espectros de los ensayos uno, tres, cinco y siete (Grupo 1), cuya proporción de d-limoneno respecto a EPS fue 3:2.

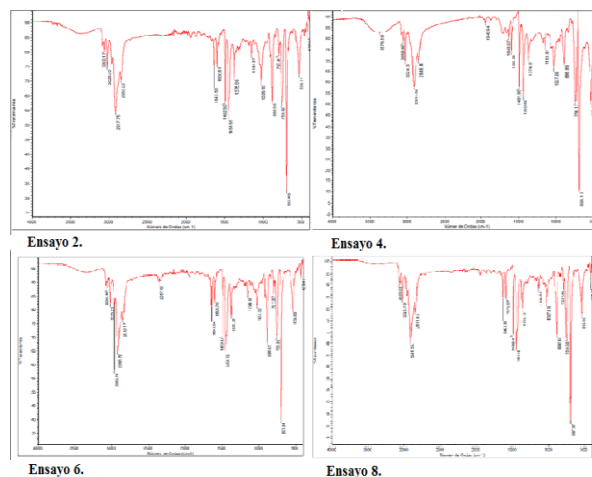


Fig. 6. Espectros de las muestras tratadas en una proporción de 4:1.

Los espectros infrarrojos de la Fig. 6 correspondientes a los ensayos con proporción 4:1 (Grupo 2), al igual que los de la Fig. 5, muestran bandas en regiones cuyo número de onda aproximado fue de 2917 cm^{-1} donde están presentes las bandas del d-limoneno, así como de 3058 cm^{-1} encontrado en el Estireno, indicando la presencia de alcanos y olefinas respectivamente.

Para los espectros del grupo 1, como se observa en la Fig. 5, se detecta una banda cuyo número de onda de 695 cm^{-1} indica la presencia de aromáticos monosustituidos, la cual se encuentra en el espectro del Estireno, pero no en los de Poliestireno y d-limoneno.

Por otra parte, en la Fig. 6, de los espectros del grupo 2, se observó una banda similar con número de onda de 697 cm^{-1} indicando igualmente la presencia de aromáticos monosustituidos, cuya diferencia respecto al grupo 1, radica en que esta se encuentra en el espectro del Poliestireno expandido antes de ser tratado, pero no en los de Estireno y d-limoneno.

Por tanto, existe la posibilidad que las disoluciones obtenidas contengan moléculas tanto del polímero como del monómero, pues en recientes trabajos no se muestran valores de la degradación de la cadena durante el proceso de disolución (GARCÍA, et al. 2009).

De lo anterior, y en busca de minimizar los costos del proceso, se considera que de los ensayos realizados, el siete en el que se manejó una proporción 3:2, una temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una

agitación de 310 rpm presenta las condiciones óptimas, porque al igual que los demás logró reducir el volumen en una misma relación con una menor cantidad de d-limoneno y menor consumo de energía.

A partir del tratamiento del Poliestireno expandido se evidenció diversas aplicaciones de las muestras obtenidas como pegamento, el cual está siendo implementado a partir de la disolución de EPS en acetona, que al ser un derivado del petróleo, es no renovable y tóxico; mientras que el d-limoneno al ser un aceite esencial encontrado en el pericarpio de los cítricos es no perjudicial para el medio ambiente, de modo que puede reemplazar a solventes tradicionales como el Benceno, Tolueno, Xileno, Tetrahidrofurano, Cloroformo y Acetona (TORRES, 2004).

Además, en la Fig. 7, se observan dos tipos de materiales obtenidos a partir de la experimentación, uno en forma de hilos blancos flexibles y otro tipo película de color tornasol y frágil.

Estos resultaron del contacto de la muestra-ensayo junto con el agua a temperatura entre 30°C y 80°C, que serán analizados posteriormente para determinar los productos a obtener.



Fig. 7. Material obtenido de los ensayos.

Investigaciones realizadas por Schmidt y colaboradores, evidencian un material similar a los hilos, obtenidos a partir de pruebas realizadas mediante el uso de algunos disolventes como Acetona y d-limoneno, seguido de un proceso de extrusión, convirtiendo la espuma de Poliestireno en filamentos uniformes y frágiles (SCHMIDT, 2011).

También, para implementar el tratamiento de los residuos de Poliestireno expandido en los puntos primarios de su generación (especialmente restaurantes), se muestra en la Fig. 8., un layout de una máquina que consta básicamente de las siguientes etapas: los platos de EPS al ser desechados en un recipiente metálico, son transportados por una banda para realizar un lavado mecánico con agua, en el que los restos de comida son vertidos en un depósito removible. Seguidamente, son trasladados a un recipiente en el que el d-limoneno es agregado por irrigación (para una cantidad determinada) mientras el sistema se agita para homogenizar y aumentar el contacto superficial soluto-solvente. Finalmente, la disolución obtenida es evacuada por un ducto a los respectivos recipientes donde será almacenada.

De igual forma en la Fig. 9, se muestra la vista posterior y lateral respectivamente de esta máquina.



Fig. 8. Vista interior de la máquina para el tratamiento de residuos de EPS.



Fig. 9. Vistas posterior y laterales de la máquina para el tratamiento de residuos de EPS.

4. CONCLUSIONES

Se desarrolló una matriz experimental para el tratamiento de residuos de Poliestireno expandido empleando d-limoneno, obteniendo disoluciones que reducen el volumen ocupado inicialmente por el EPS con una razón entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$, logrando recuperar espacio en los vertederos, disminuir los costos del transporte de estos desechos y reemplazar métodos tradicionales de reciclaje que son perjudiciales para el medio ambiente.

Se evidenció que a pesar de trabajar con condiciones extremas de agitación (310-500 rpm) y temperatura (30-80 °C), no se evidenciaron cambios significativos en las muestras, mientras que la proporción 3:2 comparada con la 4:1 fue significativa al considerar los costos del proceso.

Los espectros infrarrojos de cada una de las muestras obtenidas presentaron bandas de absorción similares a los correspondientes a las moléculas de Estireno, Poliestireno y d-limoneno, evidenciando la presencia de grupos funcionales característicos como olefinas, alcanos y aromáticos monosustituidos.

AGRADECIMIENTO

XX Feria Internacional de Ingeniería INGENIAR UPB 2013, Septiembre 30 – Octubre 4 de 2013, Medellín – Colombia.

REFERENCIAS

- BALAKRISHNAN, Rahul Kumar y GURIA, Chandan (2007). Thermal degradation of polystyrene in the presence of hydrogen by catalyst in solution. En: *Polymer Degradation and Stability* [En línea] Ranchi, India. Vol. 92, No. 8, p. 1583 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- ERGUT, Ali; LEVENDIS, Yiannis A. y CARLSON, Joel (2007). Emissions from the combustion of polystyrene, styrene and ethylbenzene under diverse conditions. En: *Fuel* [En línea] Boston, USA. Vol. 86 No. 12-13, p. 1789-1 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- GARCÍA, María Teresa; GRACIA, Ignacio; DUQUE, Gema; DE LUCAS, Antonio y RODRÍGUEZ, Juan Franciscos| (2009). Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. En: *Waste Management* [En línea] Ciudad Real, España. Vol. 29 No. 6, p. 1814 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- IATKAMJORNWON, Suda; SONSUK, Manit; WITTAYAPICHET, Saowaluck, PRASASSARAKICH, Pattarapan y VEJJANUKROH, Pin-Chawee (1999). Degradation of styrene-g-cassava starch filled polystyrene plastics. En: *Polymer Degradation and Stability* [En línea] Bangkok, Thailandia. Vol. 66, No. 3, p. 323. Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- JUAN, J., & PEÑA, D. (1991). Análisis de diseños factoriales sin replicación. *Trabajos de Estadística*. Vol. 6. 1, 63 - 80.

- KAN, Abdulkadir; DEMIBORGA, Ramazan (2009). A new technique of processing for waste-expanded polystyrene foams as aggregates. En: *Journal of Materials Processing Technology* [En línea] Erzurum, Turquía. Vol. 209 No. 6, p. 2994 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- P. ADJANARA, Gabriel (2010). Poliestireno expandido-EPS [en línea]. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABTzYAE/poliestireno-expandido-eps> [citado el 23 de septiembre de 2013].
- SCHMIDT, P.N.S; CIOFFI M.O.H; VOORWALD H.J.C.; SILVEIRA J.L. (2011) Flexural test on recycled Polystyrene. En: *Procedia Engineering* [En línea] Brasil. Vol. 10, p. 932 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 23 Sep. 2013].
- SUBRAMANIAN, P.M. (2000). Plastics recycling and waste management in the US. En: *Resources, Conservation and Recycling* [En línea] DE, USA. Vol. 28, No. 3-4, p. 253 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].
- TORRES, Orlando (2004). Reciclaje de la espuma de poliestireno mediante el uso de d-limoneno. Tesis para optar el título de ingeniero químico. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Química y textil, p 19-49.
- URREA, Alejandra (2009). Diseño de un sistema de descanso a partir del reproceso del poliestireno expandido industrial desechado. Tesis para optar el título de ingeniero de diseño de producto. Medellín, Colombia. Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de diseño de producto, p 14.
- WU, Guiqing; LI Jia y XU Zhenming. *Triboelectrostatic* (2013). Separation for Granular Plastic Waste Recycling: A review. En: *Waste Management* [En línea] Shanghai, China. Vol. 3, No. 3, p. 585 Disponible en internet en: <www.sciencedirect.com> [consulta: 13 Sep. 2013].

SOBRE LOS AUTORES

Daniela López Rivera

Estudiante de 4° Semestre de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, perteneciente al semillero del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Participó en el III Encuentro Internacional de grupos y semilleros de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas-Ascila (2013).

Paula Rhenals Montoya

Estudiante de 4° Semestre de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, perteneciente al semillero del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Participó en el III Encuentro Internacional de grupos y semilleros de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas-Ascila (2013).

María Alejandra Tangarife Zapata

Estudiante de 4° Semestre de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana perteneciente al semillero del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Participó como ponente en el III Encuentro Internacional de grupos y semilleros de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas-Ascila (2013).

Katherine Vega Ordóñez

Estudiante de 4° Semestre de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana perteneciente al semillero del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Participó como ponente en el III Encuentro Internacional de grupos y semilleros de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas-Ascila (2013).

Leidy Rendón Castrillón

Especialista y candidata a Magister en biotecnología de la Universidad Pontificia Bolivariana. Química farmacéutica de la Universidad de Antioquia. Miembro del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Ha desarrollado proyectos de diseño de bioprocesos y diseño de producto. Sus áreas de experiencia profesional comprenden química farmacéutica, producción de algas, biotecnología ambiental, vigilancia tecnológica. Tiene una solicitud de patente de invención en el área de separaciones.

Yesid Vélez Salazar

Químico Farmacéutico de la Universidad de Antioquia, Magister en Biotecnología de la Universidad Pontificia Bolivariana. Docente de Química Orgánica en la Facultad de Ingeniería Química de la UPB.

Margarita Ramírez Carmona

Doctora en Tecnología de Procesos Químicos y Bioquímicos de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, Ingeniera Química de la Universidad Pontificia Bolivariana y directora del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología CIBIOT. Ha desarrollado proyectos de diseño de bioprocesos. Sus áreas de experiencia profesional comprenden biominería, biotecnología ambiental, bioseparaciones, vigilancia tecnológica y comercialización de tecnología. Tiene una patente de invención concedida en el área de bioabsorción para la deshidratación de solventes.