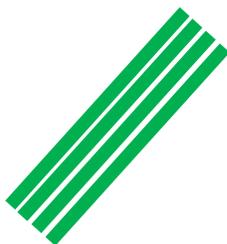




SERVICIO DE
EXTENSION AGRICOLA
COLEGIO DE CIENCIAS AGRICOLAS



CARTA PERIODICA

Gloriselle Negrón Ríos, MS

glorisel.negron@upr.edu

Catedrática en Salud Ambiental

Programa de Agricultura, Mercadeo y Recursos Naturales

Departamento de Educación Agrícola

Diciembre de 2015

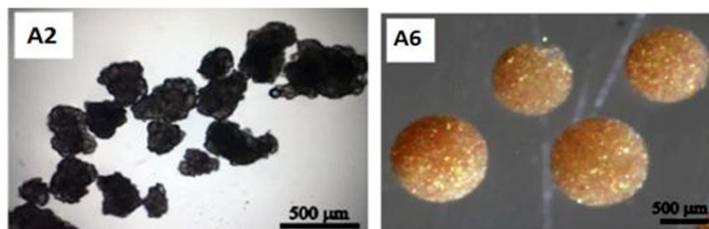


SOBRE LAS MICROESFERAS O MICROPARTÍCULAS

Las microesferas o micropartículas (*microbeads*, en inglés) son un subgrupo dentro del grupo de los microplásticos. Las mismas son gránulos de tamaño muy pequeño, entre 0.1 micrómetros (μm) a 5 milímetros (mm), de forma redonda o irregular, cuyo propósito es dar un efecto abrasivo (Figura 1). Estas son utilizadas ampliamente en los productos de limpieza personal y de belleza, conformando hasta un 10% del volumen de un único artículo (Figura 2). Algunos productos o artículos que las contienen son las pastas para lavar los dientes, jabones líquidos, gel de baño, exfoliantes para la cara y el cuerpo, y brillos para labios (*lip gloss*). Igualmente, pueden estar presentes en algunos productos de limpieza del hogar y bloqueadores solares. Se ha encontrado que algunos productos de uso diario pueden liberar al ambiente unas 94,500 microesferas por cada uso o aplicación (Napper & Thompson, 2015, citado en el informe de *Environment Canada*, 2015).



Figura 1.
Microesferas o micropartículas



(Environment Canada, 2015)

Publicado para la promoción del trabajo de Extensión según lo dispuesto por las leyes del Congreso del 8 de mayo y del 30 de junio de 1914, en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico.

Figura 2.
 Contenido de microesferas o micropartículas en tres productos de cuidado personal



Ya que son plásticas, se comportan de igual forma que otros productos de composición similar, a saber:

- Insolubles en el agua
- Resisten efectivamente:
 - Acción de agentes químicos
 - Calor
 - Humedad
 - Distintas condiciones climáticas

Las microesferas o micropartículas pueden componerse, entre otros, de:

| Tipo de plástico | Otro producto fabricado con este material |
|--|---|
| Polietileno (PE) | Bolsas de plástico |
| Polipropileno (PP) | Cascos, materiales de laboratorio, y asientos y piezas para autos |
| Tereftalato de polietileno (PET) | Botellas y bandejas |
| Metacrilato de polimetilo (polimetil metacrilato; PMMA) | Tubos y filtros para televisores |
| Politetrafluoroetileno (PTFE) Nombre comercial: "Teflón" | Revestimiento de cables, utensilios de cocina |
| Adipamida de polihexametileno Nombre comercial: nilón o nylon | Telas, cerdas de cepillos |

Además, las microesferas o micropartículas pueden contener otros compuestos químicos. Citando estudios científicos previos, Driedger *et al.* (2015) menciona que según los plásticos se degradan en el ambiente, liberan compuestos químicos tóxicos que les fueron incorporados durante su manufactura o que han absorbido cuando ya están en el ambiente. Entre los mencionados compuestos, se han encontrado los siguientes:

- Bisfenil-A (BPA)
- Bifenilos policlorinados (PCB's)
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's)
- Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)
- Difenilos polibrominados (PBDE's)
- Ftalatos
 - Es un grupo de sustancias químicas que se usan para ablandar y aumentar la flexibilidad del plástico y del vinilo.
<http://toxtown.nlm.nih.gov/espanol/chemicals.php?id=48>
- Nonifenoles
 - También conocidos como ácido carbólico o alcohol fenílico, es una sustancia sólida cristalina de color blanco, que se utiliza como desgrasante emulsionante.
<http://www.quiminet.com/articulos/las-aplicaciones-del-nonilfenol-2656654.htm>
- Metales pesados
 - Son elementos químicos metálicos de alta densidad y tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Ejemplos: mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb).
<http://www.lenntech.es/metales-pesados.htm>
- Disruptores endocrinos
 - Son compuestos químicos que alteran el equilibrio del cuerpo porque evitan que el sistema endocrino funcione adecuadamente.
<http://ehscc.umich.edu/wp-content/uploads/EndocrineDisruptorsSPN.pdf>

Un gran problema que causa su tamaño tan pequeño, es que las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales no las capturan ni procesan; por esto, acceden y se dispersan en el ambiente. En el 2014, Magnusson & Norén realizaron un estudio en *Långeviksverket*, una planta de tratamiento de aguas residuales que descarga al mar, localizada en la ciudad de *Lysekil* (Suecia), para determinar el rol de este tipo de facilidad en la entrada de microplásticos al ambiente marino. Para esto utilizaron un filtro con tamaño de malla de 300 μm y tomaron muestras del agua que entraba a la planta (influyente), del agua que salía (efluente) y del contenido de estos en los lodos resultantes del proceso de remoción de sólidos[♦]. Encontraron que el

♦ El folleto informativo “Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas usadas” de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, describe el proceso utilizado en Puerto Rico. Está disponible en <http://www.acueductospr.com/COMUNICACIONES/folletoseducativos.html>

influyente contenía un promedio de 15,000 microplásticos de tamaño igual o mayor a 300 micrómetros por metro cúbico ($\mu\text{m}/\text{m}^3$), es decir, entraban 3,200,000 de microplásticos/hora. El 99% de estos quedaba atrapado en los lodos, teniendo entonces el efluente una concentración de 1,770 microplásticos/hora. Concluyeron entonces, que la aportación al mar del efluente conteniendo microplásticos, es sustancial. Sobre el mismo asunto, en muestras tomadas a las aguas de 34 plantas de tratamiento de aguas residuales del estado de Nueva York (EE.UU.), el 74% contenían micropartículas (Reuters, 2015).

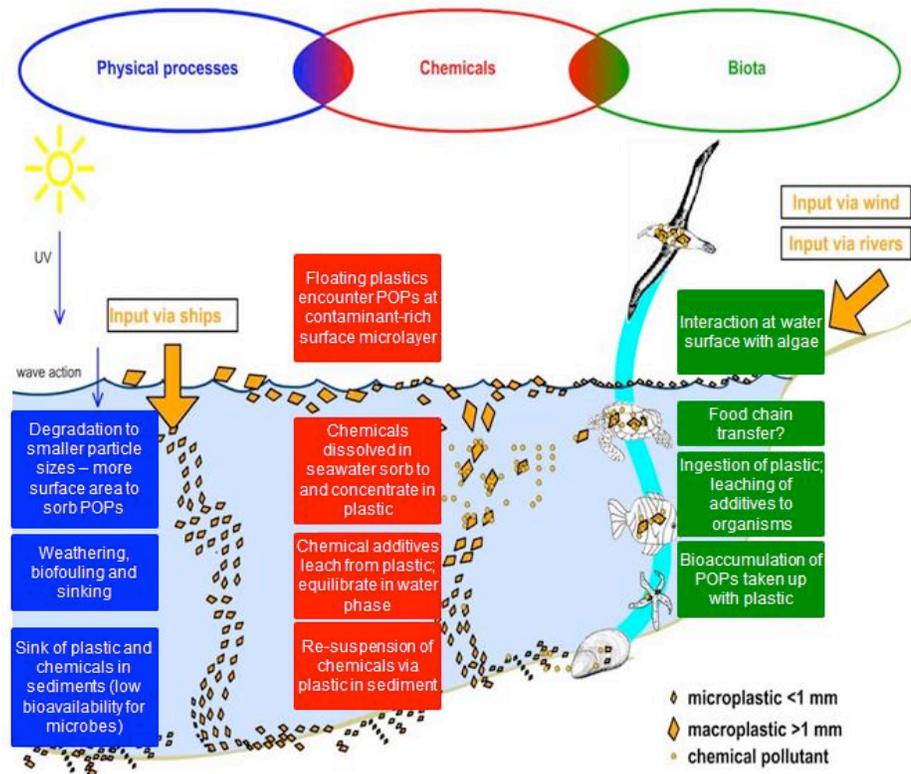
Recordemos que el tipo de tratamiento que proveen estas plantas, está diseñado para cumplir con las regulaciones ambientales ya establecidas. Actualmente, tanto en los Estados Unidos de Norteamérica como en Puerto Rico, las microesferas o micropartículas no están en la lista de contaminantes regulados de la Agencia de Protección Ambiental federal (*EPA*, por sus siglas en inglés) ni las agencias gubernamentales concernidas han establecido un límite para su cantidad en el ambiente.

Además, las microesferas o micropartículas pueden accederlo por otros medios, que incluyen:

- Disposición del producto al mar, desde barcos u otras formas de transporte marítimo o desde los muelles.
- Disposición directa al suelo o a cuerpos de agua dulce
 - Por ejemplo, depósito en vertederos clandestinos de residuos sólidos o líquidos que las contienen.

Una vez están en los cuerpos de agua, las microesferas o micropartículas pueden encontrarse flotando en su superficie, en la columna de agua y en el sedimento del fondo. Estas reaccionan con otros compuestos químicos presentes en la misma y además, por efecto del movimiento del agua y la luz ultravioleta del sol, se degradan, reduciéndose aún más su tamaño. Los procesos y efectos físicos, químicos y en los organismos (*biota*), que se observan cuando sucede lo antes descrito se ilustran en la Figura 3. (La figura contiene las siglas “POP”, que significa *persistent organic pollutant* o contaminantes orgánicos persistentes).

Figura 3.
Procesos y efectos físicos, químicos y bióticos de las micropartículas presentes en el agua
 Environment Canada,
 2015



Estudios realizados para determinar la presencia de las microesferas en el agua o en el sedimento de su fondo, incluyen:

1. En muestras tomadas al agua del Lago Michigan (EE.UU.), buscando partículas plásticas cuyo tamaño fuere igual o mayor a $\frac{1}{3}$ mm, se encontró un promedio de 17,000 pedacitos plásticos o “bits” por kilómetro cuadrado (km^2). Igual estudio se realizó en el Lago Ontario, encontrándose hasta 1.1 millón de pedacitos plásticos/ km^2 (Corley, 2014).
2. En el 2014, El Dr. A. Ricciardi, y estudiantes universitarios, de la Universidad McGill (Montreal) en conjunto con el Gobierno de Canadá, establecieron 10 estaciones donde tomaron muestras del sedimento del fondo del Río San Lorenzo, localizado entre el Lago San Francis y la Ciudad de Quebec, cubriendo un área de 320 kilómetros (km). En ocho (8) de los diez (10) lugares, encontraron hasta 1,000 microesferas por litro de sedimento, cuyo tamaño estaba entre 0.40 mm a 2.16 mm. (Figura 6). Según el punto de fusión observado, concluyeron que la mayor parte de estas, se componían de polietileno.

Asimismo, según se conocen los resultados de los distintos estudios realizados por la comunidad científica, aumenta la preocupación relacionada a la entrada de estas micropartículas a

la cadena alimentaria, una vez los peces y otros invertebrados las consumen como alimento (Figura 4). Entre esos estudios están:

1. En el 2008, Browne *et al.* estudiaron mejillones de la especie *Mytilus edulis*, recolectados en la costa de Cornwall, Reino Unido, para evaluar la ingesta y acumulación de microplásticos (de tamaño entre 3 a 9.6 μm) por este organismo. Encontraron que no solo se acumuló este material en su intestino sino que tres (3) días después, fueron detectados en su sistema circulatorio, donde se mantuvo por más de 48 horas.
2. Cole *et al.* (2011) evaluaron la presencia de micropartículas, en 26 organismos pertenecientes al zooplancton* (que incluye el grupo de los copépodos). Encontraron que la mayoría pudo ingerir las de tamaño muy pequeño, lo que alteró su dieta y salud. Además, encontraron que estos materiales se adhieren a su cuerpo y apéndices (por ejemplo, antenas y patas) lo que puede afectar su capacidad de movimiento. La Figura 5 es una foto del copépodo *Centropages typicu*, en el que puede apreciarse la localización de los microplásticos que ingirió (destacados en color verde brillante). Sobre esto, puede ver un video de zooplancton consumiendo microplásticos en el siguiente enlace de BBC Mundo:
http://www.bbc.com/mundo/video_fotos/2015/07/150709_video_plancton_plastico_lp
Recordemos que estos organismos forman parte de la base de la cadena alimentaria.
3. Rochman *et al.* (2013) expusieron peces, de la especie *Oryzias latipes*, durante dos (2) meses, a una mezcla de fragmentos de polietileno de baja densidad (LDPE) con PAH's, PCB's y PBDE's, que son otros compuestos químicos presentes en el ambiente marino. Encontraron que una vez los consumieron, los peces absorbieron y bioacumularon^o esta mezcla, lo que les causó daño a su hígado. Otro grupo de peces, expuestos solamente a fragmentos de polietileno, también se enfermaron, aunque de una forma menos severa.

* **Plancton** (palabra griega que significa “errante”) es el conjunto de organismos de tamaño pequeño (generalmente < 3 cm) que viven en la columna de agua, y tienen capacidad limitada para contrarrestar las corrientes de agua. Puede separarse en dos componentes: 1) **fitoplancton**, que incluye organismos que obtienen su energía y nutrientes mediante el proceso de fotosíntesis y 2) **zooplancton** que son los organismos (y sus larvas) que obtienen su energía ingiriendo otros organismos; los más abundantes son los copépodos, cladóceros, rotíferos, cnidarios, quetognatos, eufáusidos y las larvas de los peces. Tomado y adaptado de: Sociedad Mexicana de Planctología, <http://sompac.org/que-es-el-plancton/> el 5 de noviembre de 2015.

^o Bioacumulación = almacenamiento de productos químicos en el tejido graso de los organismos vivos. La bioacumulación se produce cuando estos productos son transmitidos de un organismo vivo a otro, a lo largo de la cadena alimenticia, por lo que cada organismo siguiente lo va acumulando, llegando a producir concentraciones miles de veces superiores a la cantidad inicial que se encontraba en el ambiente.

Tomado y adaptado con fines educativos, el 16 de diciembre de 2015, de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/02/03/149100.php#sthash.UlhE2ZLS.dpuf

4. En el 2015, Rochman *et al.* analizaron la presencia de microplásticos (de 0.5 mm o más) en el sistema digestivo de peces y mariscos utilizados para consumo humano, obtenidos en Macasar (Indonesia) y California (EE.UU.). En Indonesia analizaron 76 peces de 11 especies distintas, encontrando que el 28% de estos tenían microplásticos en su sistema digestivo. En EE.UU., analizaron 64 peces de 12 especies distintas y 12 ostras de la misma especie, encontrando que el 25% de los peces y el 33% de las ostras tenían pedazos pequeños de fibra sintética (plástico) o natural (algodón). Concluyeron que estos residuos, de origen humano, están presentes en la cadena alimentaria.

Figura 4.
Entrada de las microesferas a la cadena alimentaria.
(Milliken, 2014)

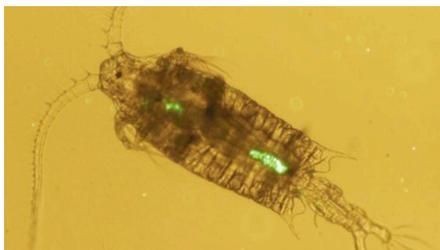
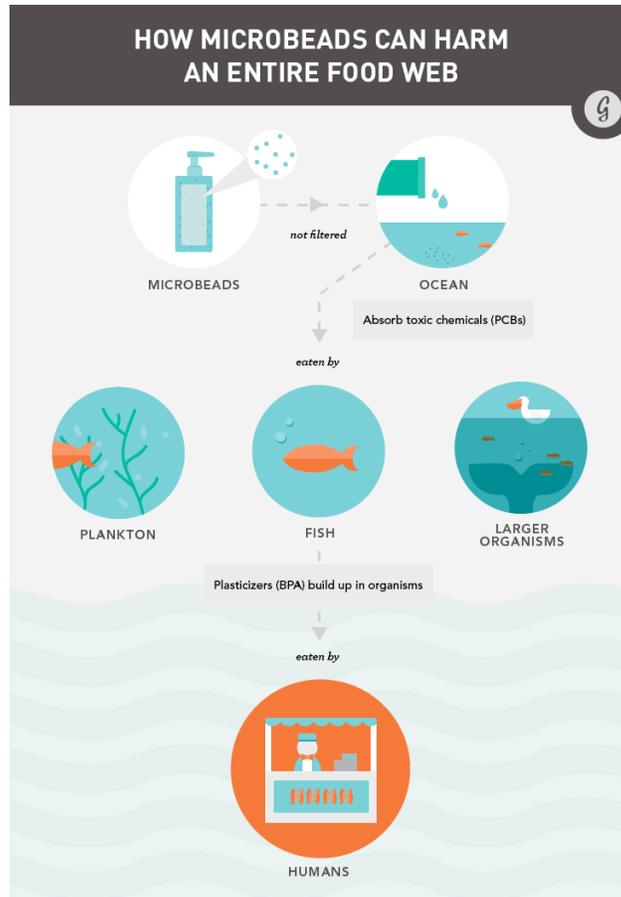


Figura 5.
Copépedo Centropages typicu con microplásticos dentro de su cuerpo (destacados con color verde brillante)
Cole *et al.* 2011

Figura 6.
*Microesferas obtenidas en el fondo del
Río San Lorenzo, Canadá*
Ricciardi, 2014



Preocupados por esta situación, los gobiernos de los estados de Illinois, New Jersey, New York, Wisconsin, Ohio, Minnesota y California de los EE.UU., han encaminando esfuerzos para prohibir la fabricación o venta de productos con microesferas o micropartículas. Esperan con esta acción, reducir la contaminación del ambiente y proteger a sus residentes. Así mismo, el Gobierno de Canadá propuso que se incluya estos materiales en la lista de sustancias tóxicas de la Ley de Protección Ambiental Canadiense de 1999.

Lo que la comunidad científica aún no determina con precisión es el efecto de la bioacumulación de estos compuestos químicos en la salud humana. Solo se reconoce que una vez en el ambiente, las microesferas pueden encontrarse a lo largo de la cadena alimentaria, pudiendo ser consumidas por las personas. (Dr. Van Cappellen, (2015) citado por J. Rumley; Environment Canada, 2015).

¿Hay alternativas? Si.

El Sistema Cooperativo de Extensión de la Universidad de Michigan sugiere que utilice productos de limpieza corporal que no contengan microesferas o micropartículas, junto con una toalla pequeña.

Otra alternativa es utilizar productos que contienen abrasivos naturales o biodegradables tales como:

- cáscara de nuez
- semillas de albaricoque
- azúcar
- avena
- café molido
- sal molida

En los siguientes enlaces de internet encuentra más información sobre este tema:

1. Si interesa conocer las marcas de productos* presentes en el comercio norteamericano que contienen microesferas o micropartículas, puede acceder:
 - <http://beatthemicrobead.org/images/pdf/RED%20UNITED%20STATES.pdf>
 - <http://beatthemicrobead.org/images/pdf/ORANGE%20UNITED%20STATES.pdf>
2. Y si interesa conocer las marcas de productos presentes en el comercio norteamericano que no utilizan microesferas o micropartículas, puede acceder: <http://beatthemicrobead.org/images/pdf/GREEN%20UNITED%20STATES.pdf>
3. Igualmente, el grupo “How Stuff Works”[•] explica este asunto en su video *Microbeads*, disponible en YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=uAiGd_JqZc (2:11 min, en inglés).
4. Sobre el mismo asunto, la reportera Ivette Sosa, del Noticiero Telemundo, presentó la serie “Basura Líquida – *Microbeads*, peligro que no ves”, disponible en:
 - Primera parte: <http://www.telemundopr.com/noticias/El-peligro-de-los-micro-beads-309372241.html> (5:26 min)
 - Segunda parte: <http://www.telemundopr.com/noticias/Micro-beads-podrian-causar-cancer-309620941.html> (5:12 min)
5. Finalmente, el Instituto 5 Giros (*5 Gyres Institute*) mediante este video, informa sobre los problemas causados por los plásticos y las micropartículas: <https://www.youtube.com/watch?v=Bic7QEVrNe4> (4:35, en inglés).

Pero esta historia continua...se examina ahora la presencia en el ambiente de las microfibras que provienen de textiles sintéticos y que tampoco son atrapadas por las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales (The Economist, 2015).

Lo que cambia nuestro planeta es la conciencia. Lo que crea la conciencia es la educación.

(www.necesitodetodor.org)

*** Ni el Servicio de Extensión Agrícola ni el Colegio de Ciencias Agrícolas ni el Recinto de Mayagüez ni la Universidad de Puerto Rico endosan las marcas de productos que se mencionan o ilustran en esta publicación.**

• Encuentra una lista de las personas que componen este grupo en <http://www.howstuffworks.com/about-author.htm>.



Referencias

- Alexander, G., H.H. Dürr, K. Mitchell & P. Van Cappellen. Plastic debris in the Laurentian Lakes: a review. *Journal of Great Lakes Research*. 2015; 41(1): 9-19. doi: 10.1016/j.jglr.2014.12.020. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0380133015000064>
- Beat the microbead. (2015). Campaña mundial contra las micropartículas en cosmética. Recuperado de:
- <http://beatthemicrobead.org/es/brevemente>
 - <http://beatthemicrobead.org/es/listas-de-productos>
 - <http://www.beatthemicrobead.org/es/historia>
- Beauty Market. (2014). Peligro de contaminación en Nueva York por la contaminación de las microperlas de los cosméticos. Recuperado de <http://www.beautymarketamerica.com/peligro-de-contaminacion-en-nueva-york-por-las-microperlas-de-los-cosmeticos-6239.php>
- Beck, J. (2014, 17 de junio). How face wash pollutes water. The Atlantic. Recuperado de <http://www.theatlantic.com/health/archive/2014/06/how-face-wash-pollutes-water/372923/>
- Bhakta, B. & J. Derksen. (2015). Microplastics continue to threaten the health of the Great Lakes. Michigan State University Extension. Recuperado de http://msue.anr.msu.edu/news/microplastics_continue_to_threaten_the_health_of_the_great_lakes
- Browne, M.A., A. Dissanayake, T.S. Galloway, D.M. Lowe, R.C. Thompson. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus* (L) *Environ Sci. Technol.* 2008;42(13):5026–5031. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18678044>
- Castañeda, R.A., S. Avlijas, M.A. Simard & A. Ricciardi. (2014). Microplastics pollution in St. Lawrence River sediments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71: 1767-1771. Recuperado de NRC Research Press en http://redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/Castaneda_etal_2014.pdf. dx.doi.org/10.1139/cjfas-2014-0281

- Chang, M. (2013). Microplastics in facial exfoliating cleansers. Environmental Sciences Senior Thesis Symposium. University of California at Berkeley. Recuperado de http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2013final/ChangM_2013.pdf.
- Cole, M., P. Lindeque, E. Fileman, C. Halsband, R. Goodhead, J. Moger & T.S. Galloway. (2011). Microplastics ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology* 47: 6646-6655. Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es400663f>
- Copeland, C. (2015, julio). Microbeads, an emerging water quality issue. CRS Insights. Federation of American Scientists. Recuperado de <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/IN10319.pdf>
- Corley, C. (2014). Why those tiny microbeads in soap may pose problem for Great Lakes. National Public Radio (NPR). Recuperado de <http://www.npr.org/2014/05/21/313157701/why-those-tiny-microbeads-in-soap-may-pose-problem-for-great-lakes>
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. (s.f.) PET – Propiedades y características. Recuperado de http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/propiedades_y_caracteristicas.htm
- Environment Canada. (2015). Microbeads – a Science Summary. Government of Canada. Recuperado de:
- <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=ADDA4C5F-1>
 - http://www.ec.gc.ca/ese-ees/ADDA4C5F-F397-48D5-AD17-63F989EBD0E5/Microbeads_Science%20Summary_EN.pdf
- Environmental Health Science Core Center. Hoja Informativa sobre Salud Ambiental - ¿Qué son disruptores endocrinos? Universidad de Michigan. Recuperado de <http://ehscc.umich.edu/wp-content/uploads/EndocrineDisruptorsSPN.pdf>
- International Pellet Watch. (2005-2015). Pollutants in pellets. Recuperado de <http://www.pelletwatch.org/en/pollutants.html>
- Johnston, C. (2013). Personal grooming products may be harming Great Lakes marine life. *Scientific American*. Recuperado de <http://www.scientificamerican.com/article/microplastic-pollution-in-the-great-lakes/>

- Magnusson, K. & F. Norén. (2014). Screening of microplastic particles in and downstream a wastewater treatment plant. Swedish Environmental Research Institute. Report Number C 55. Recuperado de <http://www.ivl.se/download/18.1acdfdc8146d949da6d4852/1417761985912/C55+NV+screening+Microlitter+reportKM.pdf>
- Minnesota Pollution Control Agency. (2014). Plastic microbeads in Minnesota. Recuperado de <http://www.pca.state.mn.us/index.php/view-document.html?gid=22038>
- New York State Attorney General. (s.f.). Unseen Threat. How microbeads harm New York waters, wildlife, health and environment. Recuperado de https://ag.ny.gov/pdfs/Microbeads_Report_5_14_14.pdf
- QuimiNet.com (200-2015). Propiedades del polipropileno. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/propiedades-del-polipropileno-2671066.htm>
- Reilly, K. (2015). New York politicians seek ban of microbeads in cosmetics, cite water pollution. REUTERS. Recuperado de <http://www.reuters.com/article/2015/07/20/us-usa-microbeads-new-york-idUSKCN0PU27F20150720>
- Rochman, C.M., A. Tahir, S.L. Williams, D.V. Baxa, R. Lam, J.T. Miller, F. Teh, S. Werorilangi & S.J. The. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci. Rep.* 5, 14340; doi: 10.1038/srep14340 (2015). Recuperado de <http://www.nature.com/articles/srep14340>
- Rumley, J. (2015, junio). Plastic microbeads: small beads with a big impact. Technology and Science, CBC News. Recuperado de <http://www.cbc.ca/news/technology/plastic-microbeads-small-bits-with-a-big-impact-1.3109211>
- Takada, H. (2013). Microplastics and the threat to our seafood. Ocean Health Index. Recuperado de <http://www.oceanhealthindex.org/News/Microplastics>
- Tecnología de los plásticos. 2012. Polietileno. Recuperado de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>
- The Canadian Press. (2015). Plastic microbeads dangers studied by Environment Canada. Technology and Science, CBC News. Recuperado de <http://www.cbc.ca/news/technology/plastic-microbead-dangers-studied-by-environment-canada-1.3008669>

The Economist. (2015). Pollution in the Great Lakes. Evil orbs. Recuperado de <http://www.economist.com/news/americas/21660287-abrasives-toothpaste-and-face-scrubs-are-poisoning-fish-firms-and-governments-are-starting-ban>

Universitat de Barcelona. (s.f.) Materials, Polimetil metacrilato. Recuperado de <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polimetil-metacrilato>

Wagner, M., C. Scherer, D. Álvarez-Muñoz, N. Brennholt, X. Bourrain, S. Buchinger, E. Fries, C. Grosbois, J. Klas meier, T. Marti, S. Rodríguez-Mozaz, R. Urbatzka, A.D. Vethaak, M. Winther-Nielsen, & G. Reifferscheid. Microplastics in fresh water ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*. 2014, 26:12. doi:10.1186/s12302-014-0012-7. Recuperado de <http://www.enveurope.com/content/26/1/12>



Fotos/Dibujos

[Envase con microbeads]. Recuperado de <http://forcechange.com.c.presscdn.com/wp-content/uploads/2013/09/bodywash-main.jpg>

[Producto para la cara, con micropartículas]. Recuperado de <http://www.integrativehealthinstitute.ca/wp-content/uploads/2015/05/microbeads.jpg>

[Micropartículas de color violeta]. Recuperado de <http://manicuras.com/302-large/microperlas.jpg>

[Contenido de microesferas o micropartículas en tres productos de cuidado personal].
Recuperado de https://conbio.org/images/content_policy/03.24.15_Microbead_Brief_Statement.pdf

[Procesos y efectos físicos, químicos y bióticos de las micropartículas presentes en el agua].
Recuperado de <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=ADDA4C5F-1>

[Entrada de las micropartículas a la cadena alimentaria]. Milliken, C. Recuperado de <http://greatist.com/connect/microbeads-harmful-to-environment-human-health>

[Copépodo *Centropages typicu*]. Recuperado de https://blog.csiro.au/wp-content/uploads/2014/05/es-2013-00663f_0004.jpeg

[Microesferas obtenidas del fondo del Río San Lorenzo]. Recuperado de http://redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/Castaneda_etal_2014.pdf