

1 Introducción

Los materiales biodegradables son aquellos que pueden descomponerse en elementos químicos naturales por la acción exclusiva de agentes biológicos, como lo son el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales. En esencia, muchas sustancias conocidas pueden ser consideradas como biodegradables, la diferencia radica en el tiempo que tardan los agentes biológicos en actuar para descomponerlas en químicos naturales de poco impacto ambiental.



La biodegradación es la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que luego las emplean para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos beneficiosos para el ecosistema. Estos microorganismos pueden emplearse en la eliminación de ciertos contaminantes como los desechos orgánicos urbanos, papel, hidrocarburos, entre otros. Los plásticos, por su parte, son sustancias químicas sintéticas de estructura macromolecular (cadenas muy largas formadas por estructuras químicas simples repetidas) y de la familia de los hidrocarburos y que para poder ser biodegradables requieren de la ayuda de compuestos especiales ^[4]. Los polímeros derivados del gas y del petróleo son comúnmente aditivados con un paquete de compuestos que les imparten características requeridas para su uso y disposición final, por lo que los productos plásticos en grandes proporciones, durante sus procesos de degradación, generan gases que pueden afectar el balance energético de la biosfera, por lo que es de gran importancia el desarrollo de nuevos aditivos que permitan promover su biodegradación.

2 Impacto ambiental de los plásticos.

En la atmósfera, el equilibrio entre la recepción de la radiación solar y la emisión de radiación infrarroja, devuelve al espacio la misma energía que recibe del Sol. Esta acción de equilibrio se llama balance energético de la Tierra y permite mantener la temperatura en un estrecho margen que posibilita la vida.

Se ha planteado que la acción del ser humano ha alterado este delicado balance, a través de las emisiones de los llamados gases de *efecto invernadero*¹, que causa cambios en las concentraciones habituales de ciertos gases en la atmósfera como lo son: Vapor de agua (H₂O), Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxidos de nitrógeno (N₂O), Ozono (O₃) y Clorofluorocarbonos (CFCI₃)^[5]. Los desechos plásticos contribuyen a la generación de estos gases cuando son quemados o desechados sin control, aunque es de hacer notar que su impacto es muy bajo comparado contra la combustión de fluidos empleados en la generación de energía y los vehículos de combustión interna.

Para reducir este impacto ambiental, se han desarrollado productos cuya adición en un bajo porcentaje (entre 1 y 5%) en forma de concentrado (*masterbatch*) al polietileno (PE), polipropileno (PP), PVC, PET y otros polímeros de cadena de carbono, convierten en biodegradable al 100% la cadena de carbono del polímero en ambientes aeróbicos (en presencia de oxígeno, como compostaje, suelo) y anaeróbicos (sin oxígeno, como los rellenos sanitarios). Esto significaría que el 100% del carbón polimérico se usa completamente por microorganismos para transformarlo en CO₂ o en CO₂+CH₄ (dióxido de carbono más metano). Se presume que deben existir datos, suministrados por estas empresas productoras de aditivos, que sustenten esta hipótesis.

Hay dos clases de aditivos denominados "biodegradables" en el mercado, los "oxo" y los

1 El efecto invernadero se origina debido a que determinados gases, componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con la mayoría de la comunidad científica, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad humana.

“orgánicos” (o “hidro”), que se venden como “masterbatches” (concentrados). El aditivo “oxo” promueve (en teoría) la ruptura de cadenas poliméricas, haciendo de esta forma que el polímero sea suficientemente pequeño para ser utilizado por microorganismos presentes en el ambiente de disposición de residuos. El aditivo “orgánico” o “hidro”, inicia o promueve el ataque microbiano, y esto, de alguna forma, dispara la actividad de los microorganismos de romper los enlaces carbono-carbono de la cadena polimérica. Desafortunadamente, los datos científicos y la literatura disponible no dan soporte pleno a las declaraciones que se están haciendo en el mercado. Muchos reportes en la literatura indexada incluyen “biodegradación” en sus títulos. Sin embargo, el significado y contexto del término es aplicado en forma muy amplia y vaga, y rara vez con referencia a la normativa internacional sobre el tema.

En muchos estudios las pérdidas de propiedades físicas, químicas y mecánicas se usan para afirmar que el material es “biodegradable”. En algunos artículos se afirma que hay biodegradación porque se observa colonización microbiana o la formación de biopelículas se usa para afirmar que un material es biodegradable. La pérdida de peso, las reducciones en el peso molecular, el índice de carbonilo, la pérdida en propiedades mecánicas, la formación de biopelícula, la colonización microbiana no confirman que los microbios realmente estén utilizando el sustrato de carbono del polímero, ni tampoco proveen la cantidad de carbono utilizada o el tiempo requerido para completar esta utilización microbiana ^[12].

3 Mecanismos de Biodegradación en Polímeros ^[2]

En la biodegradación de polímeros deben ocurrir dos pasos claves. Primero, una despolimerización, o una ruptura de cadenas, para convertir la cadena principal del polímero en fragmentos oligoméricos pequeños. El proceso responsable de este paso puede ser un proceso de degradación no biológica,

como de hidrólisis u oxidación, catalizado por los aditivos antes mencionados.

Sin embargo, la ruptura de cadenas también puede ser causado por un proceso de degradación biológica que puede tomar lugar por la acción de enzimas o productos (como ácidos o peróxidos) secretados por microorganismos (bacterias, hongos, etc.), conocidas como enzimas extracelulares, que pueden cumplir su función como “*endo*” (con una ruptura al azar o enlazados internamente en el polímeros) o como “*exo*” (con una ruptura secuencial de la unidad terminal del monómero). El primer paso es importante porque la estructura larga del material, similar a macromoléculas, no puede pasar por las membranas externas de las células vivas.

El segundo paso, conocido como mineralización, ocurre dentro de la célula donde los fragmentos oligoméricos de tamaño pequeño son convertidos en biomasa, minerales y sales, agua, y gases como CO₂ y CH₄.

La mayoría de los métodos que miden el límite de la biodegradación son respirométricos, los cuales están principalmente relacionados con la medición de la evolución de dióxido de carbono. Otros métodos incluyen la determinación de la pérdida del peso molecular promedio en peso (Mw); la medición de la pérdida de propiedades físicas del polímero (por ejemplo, el esfuerzo tensil según la norma ASTM D3826); la medición del aumento del tamaño de la colonia microbiana en el cultivo en contacto con el material; y usando los procedimientos conocidos empleando oxígeno clásico, (por ejemplo, la determinación de demanda bioquímica (o biológica) de oxígeno (BOD)) y técnicas de rastreo radiactivo que utiliza el isótopo del radiocarbono (el carbono-14, ¹⁴C).

La biodegradación implica el uso del sustrato plástico como fuente de carbono para el metabolismo de microorganismos. La biodegradación resulta de la producción de CO₂ en ambientes aeróbicos o CH₄ en ambientes anaeróbicos, característico de un material húmico. Un material húmico es un componente importante

del proceso de biodegradación porque puede mejorar la productividad de la tierra agrícola. Por lo tanto, los materiales poliméricos compostables son un reciclaje biológico del carbono polimérico. El compostaje es una degradación acelerada de materia orgánica heterogénea por una población microbiana mezclada en un ambiente húmedo, caliente y aerobio bajo condiciones controladas. Un sistema típico de compost se compone de una población microbiana diversa en un ambiente húmedo y aerobio en un rango de temperaturas de 40 a 70°C.

La simple exposición de un material polimérico, natural o sintético, a un ambiente biológicamente activo no garantiza su biodegradación. Algunos factores son importantes en biodegradación, incluyendo el tamaño de la macromolécula, la estructura, y la química; la población microbiana y la actividad enzimática; y se requieren varias condiciones ambientales específicas como oscuridad, alta humedad, y minerales y otras variables orgánicas adecuadas, como temperatura, pH, y cantidades apropiadas de oxígeno.

Los plásticos convencionales resisten la biodegradación principalmente por su tamaño molecular, estructura y composición química. Algunas investigaciones han conducido estudios en la biodegradación de polímeros sintéticos y, en general, se ha encontrado que el peso molecular es el factor crítico en el proceso. Para polímeros sintéticos de alto peso molecular, sólo los poliésteres alifáticos y algunos copolímeros alifáticos-aromáticos fueron establecidos como biodegradables. Se ha establecido que los oligómeros de PE (polietileno) se convierten en biodegradables a un Mw (peso molecular promedio en peso) menor a 500, aunque ensayos más rigurosos son necesarios para confirmar esta aseveración. El polivinil alcohol (PVOH) probablemente es el único polímero sintético con cadena de carbono que sea completamente biodegradable, aunque estudios recientes indican que el PE puede convertirse paulatinamente en

biodegradable con pre-tratamiento con surfactantes o un proceso de oxidación.

4 La Biodegradación en plásticos comerciales (como el Polietileno) ^[13].

El plástico es muy fuerte, impermeable y aún es muy económico. Sin plástico, sería imposible transportar alimentos sin riesgos sanitarios para millones de hogares en todo el mundo y venderlos a precios accesibles. Incluso es difícil imaginar un material de empaque con menor impacto ambiental si se toma en cuenta todo el ciclo de vida del material, desde su síntesis como materia prima hasta su desecho final. El problema es que el plástico ordinario o reciclado que se desecha en el medio ambiente permanece allí durante décadas. Las tecnologías actuales han hecho posible producir artículos plásticos como bolsas de compra, sacos de basura, embalaje, etc. aptas para su aplicación, pero que se degraden inofensivamente al final de su vida útil.

Estudios nacionales e internacionales están enfocados en encontrar una formulación "verde" que cumpla el ciclo de biodegradabilidad intrínseca de los biopolímeros (Figura 1) y que permita obtener un material polimérico comercial (como el Polietileno), 100% biodegradable (Figura 2).



Figura 1 Ciclo de los Biopolímeros ^[6].



Figura 2 Ciclo de Biodegradación

Estos plásticos “verdes” se dividen en dos categorías amplias, a conocer:

1. Plásticos Oxo-biodegradables, fabricados como un subproducto de refinерías de petróleo, que se degradan en el medio ambiente por un proceso de oxidación iniciado por un aditivo y que luego son biodegradados, después de que su peso molecular se ha reducido hasta el punto donde microorganismos naturales pueden tener acceso al material.
2. Plásticos Hidro-biodegradables, total o parcialmente fabricados de cultivos, que se biodegradan en un entorno altamente microbiano, tales como el compostaje.

4.1 Plásticos Oxo-biodegradables

Los productores de aditivos afirman que una vez incluida una proporción adecuada de su producto en la resina, este aditivo a través de un proceso de **oxidación²** promoverá el rompimiento de las cadenas poliméricas para poder obtener el sustrato de carbono que servirá de alimento para los

microorganismos existentes en el ecosistema. Bajo condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno), el carbón se oxida biológicamente en CO₂ dentro de la matriz, liberando energía que es aprovechada por los microorganismos para su proceso vital. Bajo condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), se producen CO₂ y CH₄.

En resumen, la Oxo-biodegradación ocurriría en dos fases:

1. Aparición de la oxidación / fragmentación bajo la acción combinada de:

- Luz
- Calor
- Estrés mecánico y oxígeno

2. Biodegradación

- Caracterizada por la medida del CO₂ emitido

Una medición de la cantidad de CO₂, o de CO₂ y CH₄, como función de la cantidad de carbono que se introduce en el proceso, es una medida directa de la cantidad total de sustrato de carbono utilizado por los microorganismos (porcentaje de biodegradación). Es en esta base que se fundamentan varios estándares (ASTM, ISO, EN, OECD) para medir la biodegradabilidad de estos nuevos plásticos, con el uso que dan los microbios a las sustancias químicas y a los plásticos biodegradables^[12]

Los Plásticos Oxo-biodegradables (producidos con resinas poliolefinicas) los cuales, como se indicó anteriormente, se caracterizan por contener aditivos (formados por sales metálicas como hierro, magnesio, níquel, cobalto) que provocarían la fragmentación del polímero. Los metales iónicos catalizan el proceso de degradación natural, que en los materiales plásticos normalmente es muy lenta, acelerándolo de muchos años a unos pocos meses. En teoría, estos aditivos pueden incorporarse en un rango de 1 a 4% en formulaciones de plásticos convencionales, facilitando el proceso de oxidación del polímero y rompiendo las cadenas en pequeñas moléculas, las cuales culminarían su degradación por acción biológica (Figura 3).

² La oxidación, es la reacción química a partir de la cual un átomo, ión o molécula cede electrones, adquiriendo átomos de oxígeno, presentes en la atmósfera.

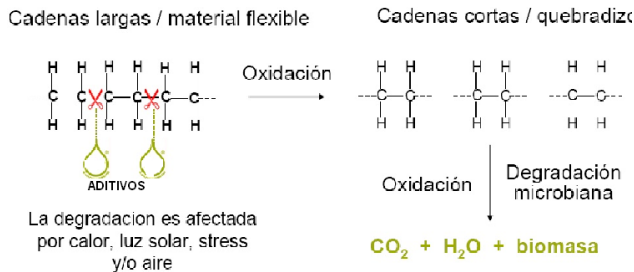


Figura 3 Esquema de actuación de los aditivos oxo-biodegradables.

Sin embargo, los plásticos oxo-biodegradables han encontrado fuerte oposición en la asociación European Bioplastics (EB), que sostienen que no cumplen con la norma EN 13432, en la que se establecen cuatro principios básicos que deben cumplir los materiales compostables:

- Composición (porcentaje de metales pesados y sólidos volátiles)
- Biodegradación (medición del CO_2 emitido en un tiempo determinado)
- Desintegración (capacidad de desaparición del compuesto)
- Calidad del compuesto final (pruebas agronómica y de ecotoxicidad)

En junio 2005, EB publicó un artículo donde fijó posición en relación a las bolsas de plástico oxo-biodegradables en general. En ese momento afirmaron que estos plásticos no cumplen con la Directiva europea 94/62/CE de Envases y sus Residuos, con referencia a su biodegradabilidad (biodegradables en condiciones de compostaje), ya que no se pueden considerar como degradables las partículas de polímeros (aunque sean muy pequeñas) y algunos compuestos metálicos presentes en estos productos (catalizadores), razón por la cual los clasificaron y etiquetaron bajo la Directiva de EU 67/548/EEC en Sustancias Peligrosas, causantes de efectos adversos en humanos y en el ambiente. En julio 2009, también mantuvo su posición con respecto a los denominados plásticos oxo-biodegradables.

Algunos estudios, señalan que algunos metales pesados como el cobalto Co (II), se han encontrado

en concentraciones mayores de 4,000 mg/kg en aditivos 'oxo-biodegradables'. Otros informes señalan, por ejemplo, que los productos de PE denominados 'oxo-biodegradables' no se pueden fragmentar en partículas lo suficientemente pequeñas después de exponerlos a luz ultravioleta (LUV) o calentamiento en seco, ya que después de la fragmentación, el PE aún resistente a la biodegradación, y por tanto, el potencial de persistencia en el ambiente y la bioacumulación de metales liberados y fragmentos de PE en diversos organismos es muy alta, como ocurren en los océanos y vertederos. Aunque, por otra parte, evaluaciones realizadas por las empresas fabricantes de los aditivos, con altas concentraciones de metales provenientes de bolsas tipo oxo-biodegradables (OBD), tanto en plantas como en animales, revelan que la presencia de estos metales no sobrepasa los límites permisibles para la salud de los seres vivos [4]. Todo lo anterior indica que se requiere profundizar en este tema para lograr la obtención de aditivos que permitan lograr un uso adecuado del polímero en forma de producto terminado, pero que también permitan que se descomponga en períodos de tiempo acordes con las regulaciones ambientales.

4.2 Plásticos Hidro-biodegradables.

La diferencia principal entre los aditivos Oxo-biodegradables y los Hidro-biodegradables, radica en los residuos post-degradación. El proceso mediante el cual se produce este tipo de biodegradación es a través de la **Hidrólisis**³. Originalmente este tipo de degradación sólo se encontraba en los llamados biopolímeros como los Polisacáridos y Poliésteres alifáticos, los cuales son productos de costo elevado que no se emplean en empaques comerciales como bolsas y fundas; sin embargo, estudios sobre la aditivación que permita que polímeros sintéticos se conviertan en compostables se están llevando a cabo a nivel

³ La hidrólisis, es una reacción química entre agua y otra sustancia la cual, al ser disueltas en agua, sus iones constituyentes se combinan con los iones hidronio, oxonio o bien con los iones hidroxilo.

mundial, con resultados interesantes. Los residuos post degradación están destinados en este caso a convertirse en "compost"⁴ (Figura 4), para formar parte de la cadena alimenticia de los microorganismos.



Figura 4. Representación de compost.

Una desventaja que debe analizarse es que los plásticos compostables sólo son viables económica y ambientalmente en el caso de que existieran instalaciones industriales de compostaje disponibles para procesarlos en grandes cantidades. No hay suficientes instalaciones en la mayoría de las ciudades o localidades, y muchos industriales de compost no utilizan plásticos de cualquier tipo en su materia prima, porque es costoso separar el plástico compostables de otros plásticos^[13]. Otro problema con los plásticos compostables, es que dañaría el proceso de reciclaje al entrar en un flujo normal de reciclaje de residuos plásticos.

Los plásticos compostables no son realmente "renovables", al considerar los hidrocarburos quemados por las máquinas que trabajan la tierra, aran la tierra, fabrican los fertilizantes y pesticidas y luego los transportan a la granja, siembran las semillas, rocían los cultivos, etc. Generalmente este tipo de plásticos son más gruesos y más pesados; por lo tanto, más camiones son necesarios para transportarlos, utilizando más combustible y ocupando más espacio en la carretera^[13].

Analizado desde esta perspectiva global, el PE sigue siendo un excelente material de empaque, con uno

de los ciclos de vida de menor impacto ambiental, una alta tasa de rendimiento (basado en la relación kg de empaque / kg de material empacado) y que puede ser reciclado. Pese a ello, las empresas que producen y transforman PE están trabajando en mecanismos que permitan reducir el impacto ambiental de los mismos al momento de su disposición final.

Por otro lado, se debe fomentar las alternativas que permitan el reuso, reciclaje y recuperación de los productos plásticos, logrando que los mismos, una vez cumplida su función, puedan ser recuperados y reprocesados para convertirse en nuevos productos, logrando con ello reducir el consumo de materias primas escasas y no renovables, reducir el gasto energético asociado con la conversión de esas materias primas en productos semiterminados y, sobre todo, reducir la cantidad de desechos que se vierten en los botaderos de basura.

5 Factibilidad, viabilidad y desafío^(1,3)

Los diferentes sistemas de tratamiento de residuos conocidos son: reciclaje, compostaje, incineración y vertederos, de los cuales el compostaje es el tratamiento más adecuado para los plásticos biodegradables.

El compostaje es el proceso de descomposición al que son sometidos los materiales de desecho biodegradables, a fin de obtener un producto, el compost, útil como fertilizante. Se usa en horticultura, agricultura y forestación ya que mejora los suelos incrementando el drenaje de los terrenos arcillosos, mejora la infiltración del agua y la aireación de los mismos. Para que el proceso de compostaje se lleve a cabo se necesitan varias condiciones que deben darse todas simultáneamente: humedad, temperatura, acidez, presencia de oxígeno e inóculos bacterianos.

Su viabilidad económica, no obstante, depende de la buena separación de los residuos por parte de los consumidores en contenedores diferentes (la mezcla de plásticos afectaría la calidad), y de la

⁴ El compost, composta o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica, convirtiéndose en un buen abono para las plantas.

BOLETÍN TÉCNICO

FUNDAMENTOS DE LOS PLÁSTICOS BIODEGRADABLES



existencia de un mercado para el producto final que pueda hacerse cargo de los costes del proceso. Así pues, uno de los requisitos necesarios es un claro etiquetaje que los distinga de los plásticos convencionales y una buena campaña de concienciación y educación pública.

Además, los desafíos técnicos de los plásticos biodegradables necesitan un enfoque integrado del ciclo de vida que requiere una integración de las políticas, las regulaciones y los estándares. Es esencial superar los obstáculos de las regulaciones y estándares fragmentados existentes en muchos países y sobre todo en los países en desarrollo. Igualmente, debe tenerse en cuenta que en muchas partes del mundo el problema principal relacionado con los residuos plásticos es la sanidad en las zonas de recogida, más que su acumulación en los vertederos. Sin un proceso de educación, existe el riesgo de que los plásticos biodegradables se lancen en cualquier parte, con la falsa percepción de que serán asimilados por el medio.

El uso de plásticos biodegradables definitivamente ayudará a nuestras comunidades en la desviación de los desechos orgánicos de los vertederos hacia el reciclaje. ¿Por qué? Por ejemplo, la recolección de los desechos orgánicos en bolsas biodegradables y que pueden convertirse en abono, dará también una opción a las comunidades que están considerando reciclar sus desechos orgánicos sin tener que hacer las fuertes inversiones de capital que se necesitan para recoger y separar los desechos sólidos orgánicos de los que no lo son.

Tener conciencia del ahorro en el costo global inherente al uso de productos biodegradables es cuestión de educación. Con el tiempo, las personas y los gobiernos llegarán a darse cuenta de las ventajas económicas a largo plazo de los productos biodegradables, en relación con la disposición de desechos sólidos. Aunque actualmente no hay ningún estudio realizado al respecto, se prevé que con los ahorros en el costo resultantes de la eliminación de la operación de "quitar la bolsa", durante los procesos de quema de basuras, por

ejemplo, desaparece la diferencia en el costo global entre las bolsas de polietileno convencionales y las biodegradables.

La otra causa que inhibe el crecimiento del mercado de productos biodegradables puede resultar más difícil de superar. Todavía queda una gran desconfianza hacia los llamados productos "biodegradables" entre muchas personas que participan en la administración de desechos sólidos. Esta desconfianza se arrastra desde finales de los años 80 y principios de los 90, cuando varias compañías importantes de Estados Unidos introdujeron productos "biodegradables" en el mercado, incluyendo bolsas de basura y de desechos.

Cuando estos productos demostraron no ser lo biodegradables que se decían, los procuradores generales de diez estados de USA entablaron demandas contra los fabricantes por declaraciones ambientales falsas o infundadas. Es en este punto, por lo tanto, donde las nuevas tecnologías se están enfocando para cumplir los estándares avalados por la "American Society for Testing and Materials" (ASTM).

Actualmente ya pueden encontrarse bolsas de supermercado, bolsas de basura, delantales, guantes, cobertores para uso agrícola y hortofrutícola hechos en plástico biodegradable. Más productos, como envolturas para cajas de cigarrillo y chicles, productos rígidos como botellas de plástico y vasos estarán disponibles en un corto plazo. En Europa, sobre todo en Alemania, el norte de Italia, Holanda y Escandinavia, la bolsa biodegradable es ampliamente utilizada en la recolección de desechos orgánicos.

En definitiva, los plásticos biodegradables pueden ser reciclados o incinerados, su naturaleza no afecta ningún proceso de compostaje ni actividad en las que sean introducidos. Son capaces de llevar a cabo descomposición física, química, térmica o biológica de manera que los productos finales del compostaje serán dióxido de carbono, biomasa y agua.

BOLETÍN TÉCNICO

FUNDAMENTOS DE LOS PLÁSTICOS BIODEGRADABLES



El primer paso está dado. El segundo consiste en una educación global sobre el tema, en la concienciación general sobre los beneficios que los plásticos biodegradables traerán a nuestro ambiente. No sólo se trata de la creación de sistemas de marcado en el que preferiblemente con colores o con un logo internacional se especifique la naturaleza de dichos plásticos, sino en la voluntad de todos para permitirles realizar su trabajo.

6 Referencias Bibliográficas.

1. Narayan, Ramani. [En línea] Materiales, "Biodegradabilidad: Mitos y realidades", Agosto de 2010. [Citado el: 01 de Septiembre de 2010.] www.plastico.com/.
2. Bastioli, Catia. "Handbook of Biodegradable", Rapra Technology, UK, 2005.
3. Stephen, Michael. "WHY DEGRADABLE?", la Global Plastics Environmental Conference (GPEC®), 2009.
4. Castellón, Hello. "Plásticos Oxo-Biodegradables vs. Plásticos Biodegradables: ¿cuál es el camino?". Servicios Técnicos Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C. A.
5. Departamento de aplicaciones. "Introducción a los polímeros", Investigación y Desarrollo C.A. (Revisado en el año 2009).
6. European Plastics (EB). Paper Position: "Recommendation on the implementation of compostable packaging", 2005.
7. European Plastics (EB). "Position on "Degradable" PE Shopping Bags", 2005.
8. Boletín Técnico Informativo N° 21 – Degradación de los Materiales Plásticos, Plastivida Argentina, 2006, www.plastivida.com.ar.
9. Barriga Salamanca, Ángela, "Plásticos con etiqueta ecológica, En la era de los biodegradables", Revista del Plástico, 2004, http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MA/IN/IN/ARCHIVO/ARTICULOS/doc_35446_HTML.html?idDocumento=35446
10. Harrington, R. "UK Government questions oxo-bio's eco-claims". Food Production Daily, 2010.
11. European Plastics (EB). Paper Position: "Oxo-Biodegradable" Plastics, 2009.
12. European Plastics (EB). Paper Position: "Life Cycle Assessment of Bioplastics", 2008.
13. IPCC (Inter-Governmental Panel on Climate Change o Panel Intergubernamental del Cambio Climático), 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Este Boletín fue elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER), con el apoyo de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA), en Caracas- Venezuela, en 2011 y revisado en julio 2017.

Si desea hacer algún comentario o sugerencia, agradecemos nos escriba a la dirección electrónica: info@polinter.com.ve, la cual pueden acceder a través de nuestra página web www.polinter.com.ve o a través de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C.A. (<http://www.coramer.com>).

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y variables de los procesos de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad. Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene®.