

Nuevas tendencias en envases y empaques plásticos

Astrid Daniela Jimenez Contreras (Universidade Francisco de Paula Santander) astriddanielajc@ufps.edu.co

Karen Lizbeth Florez Perez (Universidade Francisco de Paula Santander) perezkarenlizbethf@ufps.edu.co

Laura Rocio Mosquera Jiménez (Universidade Francisco de Paula Santander) laurarociomj@ufps.edu.co

Jose Luis Mendoza Garcia (Universidade Francisco de Paula Santander) joseluismga@ufps.edu.co

Gaudy Carolina Prada Botia (Universidade Francisco de Paula Santander) gaudyypb@gmail.com

Resumen:

Los envases y empaques plásticos en el mercado mundial, constituyen una de las principales fuentes de contaminación del medio ambiente, debido a su largo periodo para descomponerse al estar elaborados a partir de Tereftalato de Polietileno (PET). Es por ello que se han incrementado los controles en la fabricación, producción y uso de empaques y envases plásticos, con el objetivo de disminuir los niveles de polución del planeta Tierra. Este artículo presenta una revisión de las nuevas técnicas, métodos y componentes en la fabricación de envases y empaques plásticos, con la finalidad de producir elementos que contengan un alto nivel de degradación en el medio ambiente, logrando así mitigar el daño ambiental ocasionado por los envases convencionales. Inicialmente, se estudió como están compuestos los envases PET actuales y el daño ambiental que causan, posteriormente se realizó una descripción de algunos casos donde se han aplicado nuevas técnicas, tendencias y tecnologías en aleaciones que sean amigables con el ambiente y viables económicamente para la industria

Palabras clave: Biodegradable, Bioplasticos, Envases plásticos, Tereftalato de polietileno (PET),

New trends in plastic bottles and packaging

Abstract

The containers and plastic packaging in the world market, constitute one of the main sources of contamination of the environment, due to its long period to decompose being made from Polyethylene Terephthalate (PET). That is why the controls have increased in the manufacture, production and use of packaging and plastic containers, with the aim of reducing the levels of pollution of the planet Earth. This article presents a review of the new techniques, methods and components in the manufacture of plastic containers and packaging, in order to produce elements that contain a high level of degradation in the environment, thus mitigating the environmental damage caused by the containers conventional. Initially, it was studied how the current PET containers are made and the environmental damage they cause, later a description was made of some cases where new techniques, trends and technologies have been applied in alloys that are environmentally friendly and economically viable for the industry.

Key-words: Biodegradable, Bioplastics, Plastic containers, Polyethylene terephthalate (PET).

1. Introducción

El aumento de la población del planeta Tierra representa un aumento directo en el uso de materias primas para satisfacer la demanda de bienes y servicios requerido por cada habitante, esto a su vez, repercute en un aumento directo en la producción de desechos, en donde los desechos plásticos abarcan un gran porcentaje; según el EPRO (European Association of

Plastics Recycling and Recovery Organisations) y Plastics Europe (Associatons of Plastics Manufacturers in Europe), el 69.2% se recuperó a través de procesos de reciclaje y recuperación de energía, mientras que el 30.8% fue a vertederos (ver figura 1); el Programa de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA), afirma que, “la contaminación plástica está presente en todas partes” y asegura que “más de 8 millones de toneladas de plástico terminan en los océanos anualmente”, lo cual es motivo de preocupación por el daño causado a la flora y fauna tanto marítima como terrestre (ASAMBLEA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DEL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, 2016) (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU), 2017). Por tal motivo se pretende regular la fabricación y usos finales del plástico con el objetivo de disminuir la polución a nivel mundial.

EN EL 2014 EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS Y LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ALCANZARON EL 69.2%

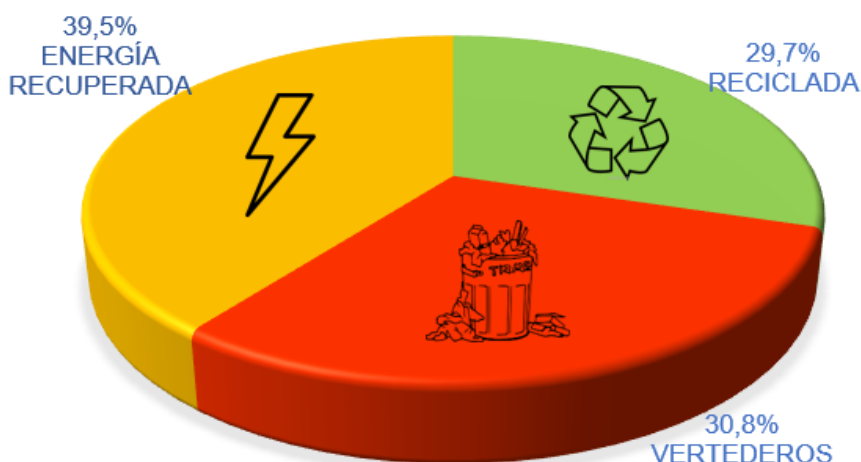


Figura 1 - Manejo de desechos sólidos para el año 2014 en Europa. Adaptado de: (PLASTICS EUROPE - ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS, 2015)

Existen normas establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO), relacionadas con el proceso, manejo y control del plástico, como es el caso de la ISO 15270 del 2008 la cual se enfoca en la recuperación de desechos plásticos provenientes de fuentes pre-consumibles y pos-consumo, y las especificaciones para realizar el reciclaje de los mismos (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008); otra norma es la ISO 14001 del 2015 que se enfoca en el manejo de desperdicios y la protección del medio ambiente (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015); estas dos normas se encaminan en los sistemas ambientales, su preservación y el impacto ambiental de las empresas que intervienen en los procesos de contaminación.

En el mundo se arrojan a la basura cerca 280 millones de toneladas de plástico al año, resultado de los productos de agricultura en un 3.4%, electricidad y electrónica en un 5.7%, automotores en un 8.6%, edificios y construcciones en un 20.1%, empaques plásticos en un 39.5% y otros como electrodomésticos, muebles, deportes, salud y seguridad en un 22.7%, según Plastics Europe (ver figura 2), las cuales tardan siglos en descomponerse.

CLASIFICACIÓN DE DESECHOS PLÁSTICOS

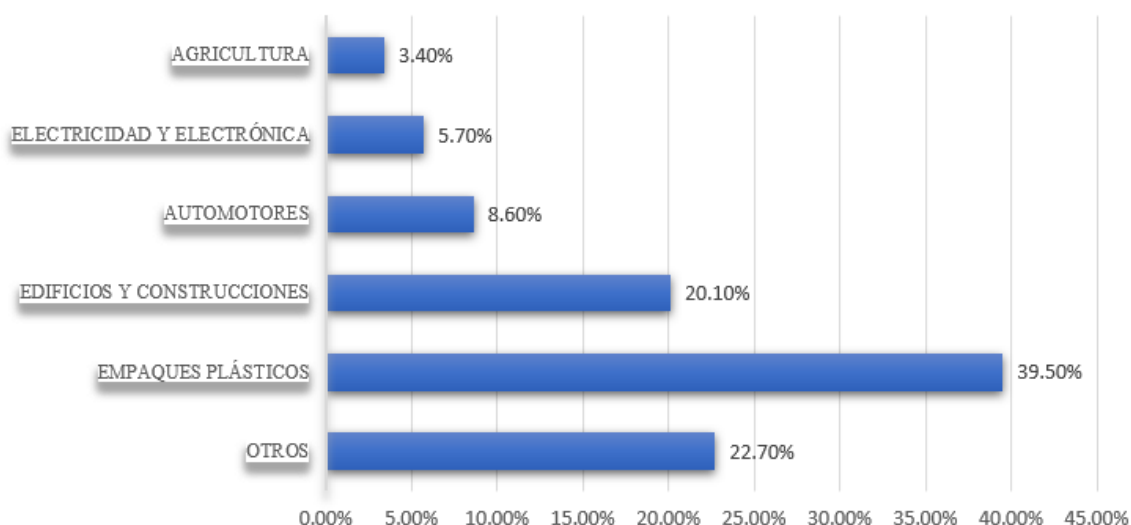


Figura 2 – Clasificación de desechos plásticos. Adaptado de: (PLASTICS EUROPE - ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS, 2015)

Se estima que el uso de plásticos aumenta un 4% anual, pero a su vez, como solución, crece paralelo el desarrollo tecnológico de estos materiales (FRIAS, IZE, & GAVILAN, 2003). Generalmente, los envases plásticos están elaborados a partir de Tereftalato de Polietileno cuya base es el petróleo, un recurso fósil no renovable, por tal motivo se están implementando nuevas aleaciones para lograr que sean biodegradables (NAVIA & VILLABA, 2013). Es por ello que en este artículo de revisión se hablará de las nuevas tendencias en envases y empaques plásticos a nivel mundial y los impactos ambientales que ocasionan los plásticos convencionales.

2. Composición de los plásticos

Los polímeros, abarcan materiales tan diversos como los plásticos, el hule, el caucho y los adhesivos; son moléculas orgánicas gigantes en cadena y se clasifican de varias formas, según la síntesis de sus moléculas, según su estructura molecular o de acuerdo con la familia química a la que pertenecen; una manera de clasificar a los polímeros, en especial la composición de los plásticos es establecer si se trata de una composición lineal o de una ramificada. Las cadenas lineales, compuestas de dos o más tipos de moléculas, en este caso átomos de carbono con átomos de hidrogeno, es mucho más fuerte y caro que el ramificado los cuales son ideales para los plásticos tipo PET, compuestos por Tereftalato de Polietileno, elaborados a base de derivados del petróleo, los cuales representan los mayores contaminantes del planeta tierra por poseer largos periodos de descomposición (ASKELAND, 1998).

3. Situación de la industria plástica alrededor del mundo

La elaboración y manejo de los plásticos a nivel de mundial es tema de mucha incidencia, es así que la situación de la industria en cinco de los países fabricantes de productos plásticos a nivel de latino América se detalla a continuación:

a) México: en septiembre de 2017, en su portal export.gov, relaciona que la industria plástica mexicana creció 5,7%, más del doble comparada con la economía en 2016, cifra moderada pero que demuestra el potencial de crecimiento de la industria plástica (VIDANA, 2017) (GUEVARA, 2018).

- b) Brasil: según un estudio elaborado por Maxiquim para la Asociación Brasileira de la Industria de Embalajes Plásticos Flexibles (ABIEF), la industria brasileira de embalajes plásticos tuvo un desempeño positivo en el primer trimestre de 2017, la cual presentó un crecimiento en el consumo de 1,6%, comparando con el mismo semestre de 2016. Destacando un comportamiento positivo en las exportaciones de plásticos (GUEVARA, 2018), lo cual es evidencia de la adquisición de productos plásticos por parte de los ciudadanos.
- c) Perú: en abril de 2017, el analista Juan Sánchez en su informe de la industria plástica en el Perú, menciona que el Índice de Volumen Físico de productos plásticos (IVF), el cual mide la actividad de la industria de plásticos en general, se vio afectado en años anteriores por la crisis del sector construcción, pero que para 2017 se recuperó en 2,6% anual (GUEVARA, 2018), lo cual es tendencia en el aumento de producción de plásticos en este país.
- d) Argentina: para la industria plástica en Argentina, la crisis de Brasil afectó directamente sus resultados, esto debido que, del total exportado por este sector, el 56% va para el vecino país (Brasil), lo que califican como “Brasil dependencia” (GUEVARA, 2018). Para el sector de envases y embalajes de este país se espera un crecimiento de 2,5%, de acuerdo a Jorge Acevedo, gerente general del Instituto Argentino del Envase (CARBONE, 2017), las cuales son cifras alentadoras para la industria argentina.
- e) Colombia: Acoplásticos, entidad que representa el sector de la industria plástica en Colombia, mencionó en entrevista con Fierros Industrial que “2017 inició con cifras de crecimiento poco alentadoras por el reducido consumo de los hogares y esperaban que mejorara en el segundo semestre de 2017” (VALLE, 2017). Esto debido que el consumo per cápita de plástico en Colombia es de 25 kilos al año, ésta cifra se encuentra por debajo de países de la región y economías desarrolladas, pero que hay oportunidades para el crecimiento de esta industria (GUEVARA, 2018) (DUNAWAY, 2017).

Como se evidencia en cada uno de estos países, la fabricación, el consumo y uso de plásticos en diferentes procesos y actividades va en aumento, lo cual es poco alentador debido a las altas probabilidades de aumentar directamente la producción de desechos sólidos plásticos. Es así, que entes reguladores están en miras de establecer nuevas aleaciones y formas de producción de envases plásticos.

4. Impacto ambiental de los plásticos-Procesos de reciclado

Actualmente, el consumo de plásticos convencionales obtenidos de fuentes fósiles ocasiona graves problemas ambientales, dado que su disposición final genera acumulación en los rellenos sanitarios por su característica de no biodegradabilidad y además su cuestionable proceso de reciclaje (AZADEH & JAKUBOWICZ, 2013) (GIRONES & LOPEZ, 2013).

Dichos embalajes generan un problema ambiental de grandes escalas. Estos, en su mayor parte no son reciclados y son inadecuadamente dispuestos por los consumidores lo que ocasiona efecto de taponamiento de alcantarillas y afluentes, contaminación de suelos en sectores productivos entre otros (ESPINOZA, 2009) (ARANDES & BILBAO, 2004).

Por lo cual, el sector de embalajes alimentarios tiene gran participación, siendo necesario abordar alternativas para contribuir en la mitigación de este inconveniente ambiental (NAVIA & VILLABA, 2013). Una forma de contribuir con el ambiente es reciclar los múltiples envases plásticos como lo son las botellas de tereftalato de polietileno (PET) las cuales pueden ser recuperadas y recicladas, con el fin de obtener nuevos productos (SANDOVAL & VICTOR, 2011). El proceso de reciclaje de las botellas PET consiste inicialmente en una adecuada selección de las botellas para ser molidas de manera mecánica. Las hojuelas (flakes) de PET

obtenidas se transforman en fibra corta de poliéster. Este insumo, combinado con otras fibras en proporciones pertinentes, puede usarse para la fabricación de ropa, relleno de cojines, alfombras, cortinas, etcétera. Además, reciclar el PET contribuye a cuidar nuestro medio ambiente (MANSILLA & MARCOS, 2009). Los nuevos elementos constructivos desarrollados utilizando PET reciclado son una alternativa posible para la elaboración de cerramientos de construcciones, más ecológica, liviana, económica, y de mejor aislación térmica que la mampostería de ladrillos comunes de tierra cocida que se utilizan tradicionalmente con una resistencia mecánica similar. Por su bajo costo y tecnología simple los elementos constructivos producidos son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social y a su vez generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos (GAGGINO, 2003) (GAGGINO, 2003).

5. Nuevas tendencias en plásticos

Dentro del mundo de los envases y empaques se maneja una cuota alta de plásticos que compiten con materiales tradicionales como el cartón. Sin embargo, gracias a las propuestas de sostenibilidad y de diseños personalizados con formas, tamaños y colores únicos, los polímeros se han convertido en una buena opción a la hora de fabricar empaques, pues además de ser flexibles, diversos y con propiedades particulares, hoy en día existen alternativas que reducen el daño al medio ambiente. Es así, que la industria de plásticos cada día se vuelve más exigente y busca soluciones innovadoras que otorguen valor agregado a sus productos, con el fin de diferenciarse ante los consumidores y los fabricantes o competidores (REGALADO & GUZMAN, 2005) (TIRADO, 2016). Es por ello que a continuación se mencionaran algunas de las nuevas tendencias para la producción de plásticos en la fabricación de empaques y envases a nivel mundial.

En la industria actual se habla de empaques híbridos, los cuales se refieren a la utilización de dos o más materiales de empaque para lograr una solución en una misma estación de empaque o línea. El objetivo de estos sistemas híbridos es brindar economía, sensaciones táctiles, nuevas texturas y apariencias, nuevas funcionalidades y reducir en la medida de lo posible el impacto ambiental de los plásticos. Las aplicaciones de los empaques híbridos se encuentran en diferentes áreas: energía, ambiental, biología, medicina, óptica, electrónica, entre otras. Las aplicaciones son de amplio espectro desde membranas y componentes de separación, hasta recubrimientos funcionales inteligentes, sensores, cosméticos, empaques terapéuticos, empaques inteligentes, dispositivos de liberación controlada de ingredientes activos y muchas más. El futuro de los empaques híbridos está relacionado con mercados de nicho, la sofisticación e incorporación de tecnología. Sin embargo, deber ser ambiente, consumir menos energía en su manufactura, prever su cierre de ciclo de vida (reciclaje) y ser confiables. (NORIEGA & PILAR, 2017).

Es así que en la actualidad existe gran variedad de materiales para fabricar empaques como es el caso de los plásticos verdes o bioplásticos, los cuales son una opción muy viable para la manufactura de estos productos, no solo porque evitan un porcentaje de uso de químicos, sino porque les otorgan un segundo uso a plantas, residuos, frutas, verduras, entre otros, además de ser muchas veces biodegradables y/o de fácil reciclaje (VILLADA, ACOSTA & VELASCO, 2007) (THARANATHAN, 2003). Por ello, a continuación, se mencionan algunos productos obtenidos de bioplásticos.

a) Los estudiantes del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) fabrican envases de plástico con semillas de tamarindo, los cuales tienen propiedades antimicrobianas. “Son envases que sirven para productos de la salud, además tienen

propiedades antimicrobianas para evitar la contaminación de éstos, lo que les da una ventaja competitiva”, señalaron los creadores. Los empaques fueron diseñados dentro de la materia Formación para el Desarrollo del Liderazgo Emprendedor, y los integrantes del equipo obtuvieron una beca completa para estudiar en el extranjero y una beca del 100% en la Incubadora de Empresas del Tecnológico de Monterrey (ORTEGA, 2014).

b) RPC (Promens Consumer Nordics) desarrolló un envase para leche con capacidad de un litro, fabricada por completo con un biopolímero producido a partir de caña de azúcar. La Modul fue moldeada por soplado y está disponible con opción de cierres y con una etiqueta de cuatro lados. Una característica adicional es la mezcla del polímero con una carga mineral especial, lo que reduce la cantidad de polímero requerida para cada botella sin afectar su resistencia y rendimiento, aumentando su beneficio medioambiental. (FLOREZ, 2016)

c) Ma-ter-bio es una nueva bolsa bioplástica para frutas y verduras; Novamont y Barbier Group firmaron un acuerdo para desarrollar este nuevo tipo de bolsa ligera bioplástica a base de plantas que ofrecerá una alternativa más sostenible a los envases tradicionales no biodegradables y no plástico-compostables. Para su fabricación se obtiene del almidón de origen local y de aceite de girasol, además se produce cogn al menos un 35%, o hasta más del 50%, de contenido renovable a partir de biomasa (FLOREZ, 2016).

d) Biopack es un empaque basado para aplicaciones farmacéuticas; en este empaque que Gerresheimer presentó en la pasada Pharmapack 2016, fue fabricado a partir de materia prima proveniente de la caña de azúcar, está orientado a sustituir el PE y PET gracias a que tiene propiedades similares y puede ser utilizado para productos farmacéuticos en estado líquido o sólido, así como para cosméticos. Además, el material es 100% reciclable. (FLOREZ, 2016)

e) Coca-Cola también produjo su primera botella PET fabricada 100% de plantas, envase que hace parte del proyecto PlantBottle de la compañía, cuyo objetivo es desarrollar alternativas más sustentables de materia prima que permitan producir envases más responsables en comparación con el método tradicional en el que se usan combustibles fósiles y otros recursos no renovables. La firma usa la caña de azúcar y los residuos derivados del procesamiento de ésta, para convertirlos en ingredientes para la fabricación de sus botellas. (DIANA T. , 2016)

En la industria del plástico también se realizan estudios e investigaciones encaminados a la creación de aleaciones en polímeros con la finalidad de ser implementados en envases y empaques. Es así que se han obtenido los siguientes avances:

a) En el marco del proyecto Ecoplaso, integrantes de EXACTEC desarrollaron un biopolímero elaborado a partir de residuos como las cáscaras de frutas y verduras, por medio del proceso de modificación química de almidones. El bioplástico se fabrica en láminas y pellets, además de estar en investigación de filamentos para impresión 3D. Su fin último es la elaboración de platos, pitillos y vasos (FLOREZ, 2016).

b) Diseñadores egresados del CUAAD crearon Friya, una bolsa ecológica para transportar alimentos congelados y está fabricada con materiales reciclables como cáscaras de huevo; mientras que la bolsa interior está hecha con un bioplástico producido a partir de almidones, caña de azúcar, maíz o huesos de aguacate. Adicionalmente, la bolsa contiene un químico que no afecta el medio ambiente que permite que los alimentos se mantengan congelados por hasta

dos horas. Soporta hasta cuatro kilos de peso y tiene una vida útil de 6 a 12 meses (FLOREZ, 2016).

c) Científicos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) e investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) desarrollaron un empaque inteligente a partir de la celulosa del agave tratadas con hidrólisis ácida (HCL) e hidrólisis alcalina (NaOH) y con ayuda de micro y nanopartículas que refuerzan las propiedades mecánicas de las películas biodegradables, permitiéndoles cambiar de color cuando entran en contacto con un producto que varía su acidez (NARANJO, Y OTROS, 2016) (SAUCEDO, CASTRO, RICO, & CAMPOS, 2010) (RHIM & PERRY, 2007). De esta forma, estas películas son ideales para su uso en la fabricación de empaques inteligentes que sirvan como indicadores de la caducidad de los alimentos (FLOREZ, 2016).

d) Investigadores en Singapur desarrollaron un nuevo material fabricado a partir de una película compuesta basada en quitosán, reforzada con extracto de semillas de uva la cual es capaz de desacelerar el crecimiento de hongos, doblando la vida de alimentos comestibles perecederos, tales como el pan. El quitosán es un polímero natural y biodegradable, derivado del cascarón del camarón y otros crustáceos, con propiedades inherentes antimicrobianas y anti-hongos. Por otro lado, el extracto de semilla de uva tiene características antisépticas, germicidas, anti-bacterianas, fungicidas y antivirales (FLOREZ, 2016).

e) Eggypay es un innovador envase plástico que además de cumplir su función de almacenamiento y protección, sirve de juguete sostenible gracias a que las cajas pueden usarse como piezas de construcción encajables. son elaborados con 100% de polipropileno reciclable por medio del proceso de moldeo por inyección, tienen aprobación para el contacto con alimentos, pesan menos que una caja de huevos normal y ocupan solo la mitad del espacio de almacenamiento, mejorando su transporte (TIRADO, 2016).

f) El Instituto Fraunhofer Umsicht creó un envase bioplástico constituido principalmente de ácido poliláctico (PLA) el cual trabaja el nuevo concepto de envase que prescinde de los combustibles fósiles y no compete con la industria de alimentos. Allí se usan residuos post industriales de procesos de producción de bio-diesel, en donde se utilizan algas, los cuales son una fuente alternativa de biomasa para plásticos con base biológica. Las propiedades de este producto se mejoran mediante nano fibras y rellenos provenientes del banano, así como también de cáscaras de almendras o residuos de los peces como la quitina de los crustáceos. Estas nano cáscaras de quitina funcionan mejorando la resistencia del material y previniendo su deterioro (TIRADO, 2016).

g) Embaquim es una de las empresas líderes en la producción de embalaje en forma de bolsa en caja (bag-in-box, BIB) la cual presentó, junto con Braskem, la primera bolsa “I’m green” para el mercado brasileño que se produce con películas fabricadas a partir del plástico verde de etanol de caña de azúcar (fuente renovable) y resinas de última generación, con un espesor menor a la de las bolsas convencionales. Con esta composición, el peso del embalaje fue reducido en 16%. Gracias a que el polietileno verde no se degrada, el CO₂ capturado por el producto durante su procesamiento (de la caña de azúcar hasta su producción) se mantiene fijo durante todo el ciclo de vida del plástico, esto permite reciclar el embalaje (TIRADO, 2016).

Todos estos desarrollos hacen parte de las muchas soluciones que buscan las empresas y entes industriales con la finalidad de disminuir la contaminación y el daño medio ambiental generado por los plásticos.

6. Conclusiones

Los empaques plásticos generan un gran problema ambiental debido que muchos de estos no son reciclados y una vez que son utilizados se convierten en residuos que forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en grandes cantidades. Los residuos sólidos urbanos originan problemas de contaminación del agua, aire y suelo, que impactan directamente al ambiente y a la salud. Por tanto, una forma de mitigar este impacto ambiental es reciclando los envases plásticos, y a su vez apostarles a los nuevos envases que son creados para mitigar el daño ambiental.

Actualmente las industrias latinoamericanas como México, Brasil, Perú, Argentina y Colombia se ha evidenciado un aumento en la producción de plástico, lo cual repercute en ganancias millonarias para estas industrias y el gobierno de cada país, pero esto a su vez aumenta de manera directa la producción de desechos principalmente plásticos, lo cual contribuye en un aumento de la contaminación ambiental afectando todos los ecosistemas y a las personas que dependen de ellos.

Las investigaciones pertenecientes a industrias y campos investigativos, se han dado a la tarea de desarrollar nuevas formas y aleaciones en empaques plásticos y alimenticios elaborados de materiales no convencionales tales como semillas de tamarindo, cáscaras de huevo, o en el caso de Coca Cola a partir del uso de caña de azúcar; a su vez, también existen empaques y envases formados de biopolímeros y bioplásticos aprovechando los desechos generados de biomasa, reduciendo el impacto ambiental ocasionado por los plásticos comunes.

Referencias

ARANDES, J., & BILBAO, J. Reciclado De Residuos Plasticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. (2004).

ASAMBLEA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DEL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. (08 de 03 de 2016). Disponible <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17560/K1600820%20Doc%205%20S.docx?sequence=11&isAllowed=y> . Recuperado el 16 de 02 de 2018

ASKELAND, D. (1998). *Ciencia E Ingenieria De Los Materiales*. Mexico: international thomson editores S.A .

AZADEH, S., & JAKUBOWICZ, I. Recycling Of Bioplastics, Their Blends And Biocomposites: A Review. *European Polymer Journal*, 2840-2858. (2013).

CARBONE, F. *La nación*. Disponible en <https://www.lanacion.com.ar/2045270-envases-la-industria-que-viste-a-la-produccion-para-salir-al-mundo>. (20 de julio de 2017). Recuperado el 4 de mayo de 2018

DUNAWAY, D. Innovaciones En Resinas Abren Nuevos Mercados A Fabricantes De Bolsas. *Tecnología del plástico*. (2017).

ESPINOZA, E. Modelo De Gestion De Residuos Plasticos . *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*. (2009).

FLOREZ, L. Bioplásticos. *Tecnología del plástico*, 31(4), 30-31. (2016).

FRIAS, C., IZE, I., & GAVILAN, A. La situación de los Envases de Plásticos en México. *Gaceta Ecológica*(69), 67-82. (2003).

GAGGINO, R. Elementos Constructivos Con Pet Reciclado. *Revista Tecnología y Construcción*., 19(2), 51-64. (2003).

GAGGINO, R. Nueva Tecnología Constructiva Usando Materiales Reciclados Para Casos De Emergencia Habitacional. *Revista invi*, 18(47), 120-132. (2003).

GIRONES, J., & LOPEZ, J. P. Natural Fiber-Reinforced Thermoplastic Starch Composites Obtained By Melt Processing. *Composites Science and Technology*, 72(7), 858-863. (2013).

GUEVARA, D. ¿Será 2018 Un Año De Reactivación Para La Industria Plástica En América Latina? *tecnología del plastico*, 32(6), 20. (2018).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Iso - International Organization For Standardization*. (06 de 2008). Recuperado el 02 de 03 de 2018, disponible en <https://www.iso.org/standard/45089.html>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 14001*. Recuperado el 02 de 03 de 2018, (2015). Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>

MANSILLA, L., & MARCOS, R. Reciclaje De Botellas De Pet Para Obtener Fibra De Poliéster. *Ingeniería Industrial*(27), 123-137. (2009).

NARANJO, C., ALAMILLA, L., GUTIERREZ, G., TERRES, E., SOLORZA, J., ROMERO, S., MORA, R. Isolation And Characterization Of Cellulose Obtained From Agave Salmiana Fibers Using Two Acid-Alkali Extraction Methods . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 31-43. (2016).

NAVIA, D., & VILLABA, H. Impacto De La Investigación En Empaques Biodegradables En Ciencia, Tecnología E Innovación. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(2), 173-180. (2013).

NORIEGA, & PILAR, M. D. Empaques Híbridos: Oportunidades De Crecimiento Y Diferenciación. *tecnología del plastico*, 32(5), 30-33. (2017).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *noticias onu*. (copyright © naciones unidas) Recuperado el 15 de 03 de 2018, (12 de 05 de 2017). Disponible en <https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771>

ORTEGA, M. Fabrican Envases De Plástico Con Semillas De Tamarindo. *tecnologia del plastico*, 29(1), 6. (2014).

PLASTICS EUROPE – ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS. *Plastics – The Facts 2015 An Analysis Of European Plastics Production, Demand And Waste Data*. Brussels, Belgium. (2015)

REGALADO, C., & GUZMAN, C. Diseño de la Formulación de un Material de Empaque Flexible y Comestible a Base de Aislado Proteínico de Suero. *Conciencia Tecnológica*, 27-30. (2005).

RHIM, J.-W., & PERRY, K. Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films For Packaging Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4), 411-433. (2007).

SANDOVAL, D., & VICTOR, U. *Diseño Y Construcción De Un Prototipo De Máquina Recicladora De Botellas Plásticas Pet De 400 A 500 ml Y Latas De Aluminio De 330 A 350 ml*. Sangolquí - Ecuador. Recuperado el 23 de febrero de 2018. (7 de diciembre de 2011).

SAUCEDO, J., CASTRO, A., RICO, J., & CAMPOS, J. Optimización De Hidrólisis Ácida De Bagaso De Agave Tequilana Weber. *revista mexicana de ingeniería química* , 9(1), 91-97. (2010).

THARANATHAN, R. Food Derived Carbohydrates-Structural Complexity And Functional Diversity. *Food Science and Technology*, 14(71-78). (2003).

TIRADO, D. Empaques Plásticos: Innovación Y Sostenibilidad. *tecnología del plastico*, 31(1), 18-24. (2016).

VALLE, A. *Fierros Industrial*. Recuperado el 4 de mayo de 2018, (2017). Disponible en <https://fierrosindustrial.com/noticias/la-industria-esta-avanzando-en-empaque-envases-ecoamigables-presidente-acoplasticos/>

VIDANA, M. *Export.Gov.* (Helping U.S. Companies Export), (19 de septiembre de 2017). Recuperado el 4 de mayo de 2018, disponible en <https://www.export.gov/article?id=Mexico-Plastic-Materials-Resins>

VILLADA, H., ACOSTA, H., & VELASCO, R. Biopolymers Naturals Used In Biodegradable Packaging. *Temas Agrarios*, 12(2), 5-13. (2007).