

ARTÍCULO CIENTÍFICO
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**Alternativa producción de material reciclado PET en la ciudad
de Ibarra, Ecuador**

***Alternative production of pet recycled material in the city of
Ibarra, Ecuador***

**Torres Merlo, Oswaldo Xavier ^I; Vallejos Cazar, Alex Francisco ^{II}; Sierra Morán, Johana
Cristina ^{III}**

^I. valotorres2@hotmail.com. Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ibarra, Ecuador.

^{II}. ui.alexvallejos@uniandes.edu.ec. Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ibarra, Ecuador.

^{III}. ui.johanasierra@uninades.edu.ec, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ibarra, Ecuador.

Recibido: 31/10/2018

Aprobado: 26/11/2018

RESUMEN

El reciclaje es una opción a nivel ecológico para reducir la contaminación de desechos sólidos, ya que el plástico para poder reutilizarse requiere de un proceso de transformación, que consume energía y genera residuos; sin embargo, es una solución necesaria en un mundo donde la sobreproducción impera sobre la protección del medio ambiente. La presente investigación tuvo como objetivo diagnosticar la contaminación de botellas plásticas y la producción de material PET como fuente de ingresos para los recicladores de la ciudad de Ibarra (Ecuador) durante el período septiembre 2016 – marzo 2017. La muestra estuvo constituida por los 169 recicladores que cumplen al menos uno de los criterios de la inclusión, a partir de un universo de 300 personas que conforman la asociación, además se realizó una encuesta a 383 habitantes de la ciudad para conocer sus prácticas de reciclaje. La ciudad de Ibarra produce 125 toneladas diarias de basura de las cuales 40 corresponde a material plástico, el 48% de habitantes de la ciudad clasifican la basura. Se concluyó que el reciclaje y producción de material PET puede generar fuentes de empleo e ingresos a las personas, así como, a la disminución de la contaminación ambiental.

PALABRAS CLAVE: Reciclaje; material PET; producción; emprendimiento.

ABSTRACT

Recycling is an ecological option to reduce the contamination of solid waste, since plastic to be reused requires a transformation process, which consumes energy and generates waste; nevertheless, it is a necessary solution in a world where overproduction reigns over the protection of the environment. The objective of this research was to diagnose the contamination of plastic bottles and the production of PET material as a source of income for waste pickers in the city of Ibarra (Ecuador) during the period September 2016 - March 2017. The sample consisted of 169 waste pickers that meet at least one of the criteria for inclusion, from a universe of 300 people that make up the association, also conducted a survey of 383 inhabitants of the city to know their recycling practices. The city of Ibarra produces 125 daily tons of garbage, of which 40 correspond to plastic material, 48% of the city's inhabitants classify garbage. It was concluded that the recycling and production of PET material can generate sources of employment and income for people, as well as the reduction of environmental pollution.

KEYWORDS: Recycling; PET material ;production; entrepreneurship.

INTRODUCCIÓN

Un residuo es todo material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación (Real Academia de la Lengua, 2018), son el resultado de la actividad humano que se han producido desde los inicios de la humanidad y como consecuencia aumenta cada día en cantidad y variedad contaminando el agua, aire y suelo, ocasionando problemas ambientales (Vargas, Alvarado, López y Cisneros, 2015).

Los planes de manejo ambiental permiten mitigar de alguna manera los impactos ambientales derivados de la actividad industrial ya que involucra actividades preventivas y correctivas para el manejo eficiente de los desechos, además, de incentivar la educación ambiental en las personas (Álvarez, 2017).

El reciclaje es la función mediante la cual los residuos provenientes de la sociedad son separados, recogidos, clasificados y procesados para reincorporarlos posteriormente a la actividad comercial o industrial (Guajala, Luzuriaga y Peña, 2015). A su vez, Manuel (2013) manifiesta que la actividad del reciclaje constituye la última R y se realiza cuando un producto se vuelve inutilizable, obsoleto y para poder reutilizarse requiere un proceso de transformación, sin embargo, es una solución necesaria en un mundo donde la sobreproducción impera sobre la protección del medio ambiente.

Paiva (2017) manifiesta que uno de los programas impulsados al reciclaje y reducción de la contaminación ambiental es el de las tres "R" de reducir que consiste en la limitación en la

generación de residuos; reutilizar que busca materiales que pueden llegar a ser recuperados y nuevamente utilizados y; reciclar que debe ser lo último que se ponga en marcha tras la reducción y la reutilización.

Las cantidades y categorías de los residuos dependen de muchos factores, al darse cuenta de que los residuos podían ser reutilizados, muchos países han invertido en investigaciones y proyectos para producir menos cantidades y al mismo tiempo incrementar las posibilidades de reciclaje (Lauritzen y Hahn, 2016). La necesidad de reciclaje de los residuos no solamente es responsabilidad de las comunidades más industrializadas, sino también de todas las sociedades con diferentes prioridades (Lett, 2014).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2014), en el informe de gestión ambiental en hogares, afirma que residuos es todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario, pero si un valor comercial.







Tipo de desecho	Color de recipiente	Descripción
Orgánico / reciclables	VERDE 	Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
Desechos	NEGRO 	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida.
Plástico / Envases multicapa	AZUL 	Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
Vidrio / Metales	BLANCO 	Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos
Papel / Cartón	GRIS 	Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas. Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.
Especiales	ANARANJADO 	Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.

Figura 1. Clasificación de los desechos

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, (2014)

En este sentido, se estima que en el mundo se producen alrededor de 1100Kg de plásticos por habitante, lo que equivale a 8300 millones de toneladas métricas, de las cuales aproximadamente el 30% se encuentra en uso y el 70% restante se ha convertido en residuos, de los cuales la gran mayoría se ha convertido en desechos contaminantes para el ambiente, y se estima que para el año 2050 habrán 13000 millones de toneladas de plásticos convertidos en desechos (Aguilera, Imbaquingo y Mideros, 2017).

El Ecuador no es ajeno a la preocupación mundial por la contaminación ambiental producto de la eliminación de desechos sólidos, especialmente el plástico, que no son biodegradable y tiene un costo elevado su eliminación (Valentín, Bernal, Bernal, Torres, Herrero, Muscas, & González, 2018).

Según el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos), en el año 2016, el 42 % de los desechos recolectados a nivel nacional por los Municipios en el área urbana corresponde a residuos inorgánicos, de ellos el 10.7% corresponde a plásticos, siendo el segundo porcentaje más alto después de los residuos orgánicos que son el 58% (INEC, 2018).

A su vez, hay que señalar que existe una tendencia creciente a la clasificación de los residuos por tipos, pasando del 39.4% en el año 2015 al 47.47% en el año 2017 en los hogares ecuatorianos, siendo los residuos orgánicos el de mayor crecimiento, a nivel nacional en el 2017 el principal residuo clasificado fue el plástico con el 32,98%, a pesar que desde el 2015 al 2017 solo reportó un crecimiento de 0.26%, el más bajo en relación a los demás residuos (INEC, 2018).

Producción material PET

El evidente incremento en el consumo del plástico se debe en gran medida al hecho de ser económico, resistente y de gran durabilidad (Schweitzer, Gionfra, Pantzar et al., 2018), los residuos plásticos son en su mayoría polietileno (PE) y polipropileno (PP), por tanto tarda hasta 500 años en desintegrarse, por lo que el tratamiento que se le da para eliminarlo por lo general es enviarlo a los rellenos sanitarios o incinerarlos (Giménez, Gasfrascoli, Legizamón, Coronel, López, Booth & Cháves, 2018).

El PET o Polietileno tereftalato se utiliza generalmente en la producción de botellas para bebidas y a través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas, almohadas, entre otros (Chacón, Pacheco, Cendejas y Ortega, 2016).

Martínez, Hernández, López, & Menchaca (2015) manifiestan que el proceso de reciclado del material pet busca transformar las botellas usadas en monómeros o fibras, a través de métodos físicos, químicos o térmicos, alcanzando alcanzan masas moleculares que varían entre 19,000 g/mol y 25,000 g/mol después de 5 ciclos de reproceso.

A nivel latinoamericano existen empresas que se dedican a la recolección, reciclaje y procesamiento del plástico pet, como es el caso de la empresa Aproplast en Colombia procesa 1.800 toneladas por año (Manjarres, Rivadeneira y Sprockel, 2016).

En la ciudad de Ibarra (Ecuador) se recuperan 125 toneladas diarias de basura de las cuales 40 corresponden a plásticos, de ellas 10 toneladas son recuperadas por la empresa Recipaz, la cual está interesada en iniciar el procesamiento de este tipo de desecho (Pazmiño, 2017).

En el Ecuador, los altos niveles de contaminación y preocupación por el cuidado ambiental y el reciclaje tienen un alto porcentaje de interés, a partir de lo planteado, el objetivo de la presente investigación fue determinar alternativas de producción del material pet encontrado en los residuos plásticos.

MÉTODOS

La presente investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, con un alcance descriptivo pues se realiza la caracterización del reciclaje de material plástico, para realizar un estudio que permita conocer el cumplimiento de las políticas generales para promover las buenas prácticas ambientales en la ciudad.

Como fuente de información primaria, se utilizó como instrumento una entrevista dirigida al gerente de la empresa Recipaz, para conocer la cantidad de desechos que recolecta la empresa, se aplicó también una encuesta estructurada a la población de la ciudad de Ibarra para conocer el tratamiento que dan a los desechos en los hogares.

Para garantizar la fiabilidad de los datos se tomó como muestra la población económicamente activa de la ciudad de Ibarra, y a través de fórmulas estadísticas se determinó la muestra, que en total fueron 383.

RESULTADOS

De las encuestas aplicadas a la ciudadanía se pudo determinar que la mayoría de ellos conocen sobre el tema de la recolección selectiva de basura, pero como se puede observar en la Tabla 1 solo el 16% clasifica la basura dentro de su hogar.

Tabla 1. Clasificación de la basura en los hogares

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	61	16%
A veces	84	22%
Nunca	238	62%
Total de encuestados	383	100%

Fuente: Pazmiño (2017).

A pesar de que el 48% de la ciudadanía muestra interés por clasificar la basura en los hogares existen aspectos que dificultan realización como la falta de espacio, de tiempo, el desconocimiento y la desorganización, como se lo puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Aspectos que dificultan la clasificación de basura

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Falta de espacio	203	53%
Falta de tiempo	65	17%
Desconocimiento	92	24%
Desorganización	23	6%
Total de encuestados	383	100%

Fuente: Pazmiño (2017).

Y como se muestra en la Tabla 3 el principal material que se recicla en los hogares son las botellas plásticas seguido del papel y del cartón.

Tabla 3. Materiales que se reciclan

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Botellas	222	58%
Cartón	111	29%
Papel	34	9%
Otros	16	4%
Total de encuestados	383	100%

Fuente: Pazmiño (2017).

De la entrevista realizada a gerente de la empresa Recipaz se pudo determinar que este centro de acopio se recolecta aproximadamente una tonelada de material reciclable del cual el 60% corresponde a plástico de botellas, debido a que se conoce que las botellas plásticas son convertidas en materias primas textiles como es el hilo de poliéster, mientras que en otros países se utilizan para volver a producir botellas preformas.

Por esta razón manifiesta estar interesado en la producción de dicho material ya que cuenta con el suficiente espacio para el almacenamiento y procesamiento además, de que la empresa cuenta con el capital para iniciar en el negocio aportando al cambio de la matriz productiva y a su vez generando fuentes de empleo.

La compañía Mahaco importa resina de polietileno, pet escama, pre molido, resina grano de Tera flato virgen de varios países, produce alrededor de 15.000 toneladas anuales de polietileno de teraflato, con más de 100 proveedores, sin embargo los niveles de producción de Mahaco se incrementa en un 10% anual, por lo que estaría dispuesta a comprar dos contener de 4 pies con capacidad de 30.000 kg cada uno mensualmente a los siguientes precios:

Escama de polietileno: \$900.00 Tonelada

Grano de Teraflato color: \$ 1050.00 Tonelada

Grano de Teraflato Blanco: \$ 1200.00 Tonelada

Determinado la existencia del mercado para el material pet y del suficiente material para su producción se determinó el tamaño óptimo de la empresa tal como se lo muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Tamaño óptimo de la planta

CAPACIDAD	TONELADAS
Capacidad diseñada	100 toneladas mensuales
Capacidad instalada	80 toneladas mensuales
Capacidad real	60 toneladas mensuales

Fuente: Pazmiño (2017).

Es decir se iniciará el proyecto utilizando el 60% de la capacidad diseñada con una proyección de crecimiento del 5% anual, produciendo 60 toneladas mensuales de materia prima.

Para la distribución de planta se consideró los tiempos de duración de cada proceso, el tamaño de la maquinaria y áreas de almacenamiento que tengan relación al tamaño de producción, de tal manera que la planta cubra la producción estimada, el diseño de la infraestructura se realizó de acuerdo al tamaño y capacidad de la planta de producción, logrando la ergonomía necesaria para que el talento humano logre los objetivos planteados para el proyecto con eficiencia y eficacia.



Figura 2. Distribución de la planta

Fuente: Pazmiño (2017).

La maquinaria utilizada para el comprende 4 equipos sincronizados simultáneamente para cada proceso con altos niveles de calidad, cuya capacidad es:

Tabla 5. Tamaño óptimo de la planta

Procesos	Capacidad Maquinaria (día)	Producción real (día)	Capacidad Utilizada	Capacidad Disponible
Molido	5000 kg	3000kg	60%	40%
Lavado	5000 kg	3000kg	60%	40%
Secado	5000 kg	3000kg	60%	40%
Encapsulado	5000 kg	3000kg	60%	40%
Empacado	5000 kg	3000 kg	60%	40%

Fuente: Pazmiño (2017).

Con la maquinaria mencionada se cumplirá con los 4 procesos más importantes de la producción, excepto el de micro separación que se lo realizara manualmente, por lo que el proceso de producción que se plantea es el siguiente:

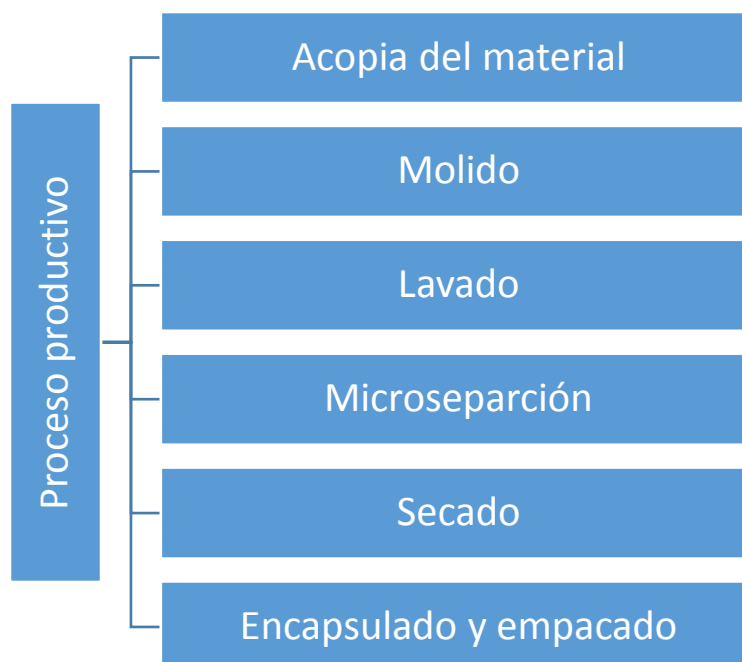


Figura 2. Descripción del proceso de producción

Fuente: Pazmiño (2017).

De acuerdo al método de escalación que se empleará el nivel determinado de producción será de 3.000 kg diarios es decir 375 kg por hora con una jornada de trabajo de ocho horas y cinco días a la semana, ocupando el 60% de la capacidad de la maquinaria, logrando de esta forma

cumplir con los límites establecidos por el comprador, con un 40% de capacidad de maquinaria disponible para poder incrementar la producción en el 5% anual.

La inversión del proyecto asciende a \$110.374,47, dinero que será destinado para la compra de maquinaria, mobiliario, además de la adecuación de la propiedad ya que se requiere contratar más personal, para agilizar los procesos de producción, administrativos y contables; así también se requiere la adquisición de un camión con capacidad de 30 toneladas para transportar el PET al puerto. En este sentido, el 44% de la inversión se financiará con capital propio y el restante 56% con un crédito bancario.

DISCUSIÓN

La sobreproducción de desperdicios, la insuficiente recolección y manejo de residuos sólidos constituye una problemática mundial debido a la inadecuada disposición final de residuos sólidos que provocan contaminación del agua, aire, además de presentar riesgos a la salud humana; si bien es cierto que las iniciativas de reciclaje ayudan a resolver el problema del manejo de residuos sólidos falta mucho por comprender que esta actividad puede convertirse en una forma económicamente viable, socialmente deseable y ambientalmente adecuada.

De acuerdo a la investigación realizada por Medina (2017), existe correlación entre el aumento de los ingresos y la producción de los desechos de los países industrializados y de los países en vías de desarrollo, por ejemplo en la ciudad de Nueva York se generan 3.17 Kg por persona mientras que en ciudades como Olopango (Filipinas), el promedio fue de 308 gramos y en Ibadán (Nigeria) sólo 167 gramos diarios por persona; situación que es similar en el Ecuador donde se generan 0.58 (kg/hab/día), siendo la región Insular la que más produce con el 0.73 (kg/hab/día) y la región Sierra la que menos con 56 (kg/hab/día) (INEC, 2018).

Sáez & Urdaneta (2014) mencionan que en los países de América Latina y El Caribe prevalece el manejo de los residuos bajo el esquema de recolección y disposición final en botaderos, siendo países como Colombia, Chile y Uruguay los que tienen la mayor tasa de reciclaje, mientras que en Ecuador se estima que el 40% material disponible es recuperado; es así que este porcentaje se ha incrementado desde el año 2014 al 2017 en 7 punto porcentuales aproximadamente, siendo la provincia de Galápagos la que más clasifican los residuos 98%, mientras que la provincia de Imbabura tiene un promedio de 47% (INEC, 2018).

CONCLUSIONES

En el Ecuador se encuentran alrededor de 600 empresas dedicadas a la industria del plástico, la mayoría de ellas se encuentran en las provincias del Guayas, Pichincha y Azuay (Bowen, Traverso y Samaniego, 2017).

De acuerdo a la información de la Superintendencia de Compañías, en 2016, 34 empresas registraron ingresos por USD 111,95 millones producto de la recuperación de materiales, los reciclan y ofrecen nuevos productos a las empresas y al consumidor final (Ekos, 2018) Proyectos de factibilidad elaborados por Rodríguez (2017), Bermeo, Rea, López & Pico (2018) y Sagñay (2018) demuestran en sus estudios el potencial de negocio existen en este sector más aún cuando en la ciudad de Ibarra no existen empresas que se dediquen a la actividad.

REFERENCIAS

- Álvarez, I. M. G. (2017). Plan de manejo ambiental para un botadero de basura. Caso de estudio Cantón Guamote. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, (2017_06).
- Aguilera, L. H., Imbaquingo, J., & Mideros, D. (2017). Diseño e implementación de una máquina recicladora de botellas plásticas por corte, controlada automáticamente. *Enfoque UTE*, 8(5), 89-102.
- Bermeo, J., Rea, V., López, R., & Pico, M. (2018). El reciclaje la industria del futuro en Ecuador. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 22(87).
- Bowen, J., Traverso, P. y Samaniego, J. (2017). Gestión de emprendedores en el Ecuador. Universidad ECOTEC. Samborondón: Ecuador.
- Chacon O., Pacheco, R., Cendejas, L. & Ortega, F. (2016). Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclaje. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 63.
- Giménez, A. F., Gasfrascoli, L. V. S., Legizamón, A. M., Coronel, S. C., López, R. N., Booth, Y. M., & Cháves, M. G. (2018). Reutilización de botellas de plástico en la localidad de Saladas. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 4, 83-87.
- Guajala, M. E. R., Jaramillo, H. A. L., & Peña, Á. C. R. (2015). El comportamiento del consumidor y la cultura de reciclaje de residuos sólidos: caso mancomunidad patatepeleleo. *Ojeando la Agenda*, (36), 1.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Gestión ambiental. estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. requisitos*. Obtenido de NTE INEN 2841
- INEC (2018). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/ambiente/>
- Lauritzen, E. K., & Hahn, N. J. (2016). Producción de residuos de construcción y reciclaje. *Boletín CF+ S*, (2).
- Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista argentina de microbiología*, 46(1), 1-2.

- Manjarres, V., Rivadeneira, L. & Sprockel, B. (2016). Gerencia estratégica de mercadeo como herramienta de productividad en las empresas recicladoras del plástico en el departamento de la Guajira-Colombia. *Revista Global de Negocios*, 4(5), 65-83.
- Manuel, V. (2013). *Los caminos del reciclaje*. España: NED Ediciones.
- Martínez, G., Hernández, J., López, T., & Menchaca, C. (2015). *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. OmniaScience.
- Medina, M. (2017). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, 11(21), 7-31.
- Paiva, V. (2017). Cartoneros, recolección informal, ambiente y políticas públicas en Buenos Aires 2001-2012. *Revista Brasileira de Gestao Urbana*, 5(1), 149-158.
- Pazmiño Imbaquingo, E. Y. (2017). *Alternativa de producción de material reciclado PET para la empresa Recipaz de la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis).
- Real Academia de la Lengua (2018). Residuo. Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=W9sEaKE>
- Revista EKOS. (2018). Producción de plásticos: Un pilar para el encadenamiento productivo. Recuperado de: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=10293>
- Rodríguez, L. (2017). Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envoltentes. *Revista Ingeniería*, 27(2), 40-55.
- Sáez, A., & Urdaneta G., J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20 (3), 121-135.
- Sagñay, S., & Raúl, F. (2018). *107. Estudio de factibilidad de la creación de una microempresa-procesadora y exportadora de desechos plásticos en el cantón Durán* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).
- Schweitzer, J.-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F. ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C. and Janssens, C. (2018) Unwrapped: How throwaway plastic is failing to solve Europe's food waste problem (and what we need to do instead). Un estudio de Residuo Cero Europa y Amigos de la Tierra para la Coalición Rethink Plastic”
- Vargas, O., Alvarado, E., López, C., & Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Iberoamericana de Ciencias*, 2334-2501.
- Valentín, J. L., Bernal-Ortega, P., Bernal, P. P., Torres, A. F., Herrero, R., Muscas, F. & González-Jiménez, A. (2018). Diseño y desarrollo sostenible de materiales poliméricos. *Revista de plásticos modernos*, 115(730).