



DIAGNÓSTICO DEL RESIDUO PET GENERADO EN LA UNIVERSIDAD LIBRE- SECCIONAL SOCORRO (Etapa 4)

Avance Proyecto "Diagnóstico del residuo plástico generado por el consumo de bebidas en la Universidad Libre- seccional Socorro (Etapa 4)"

Franklin Andrés Castellanos Estupiñán¹ y Edgar Quintanilla Piña²

¹Estudiante Ingeniería Ambiental, IX Semestre; Semillero SEAUL, Ingeniería Ambiental. masterx@hotmail.es

²Ingeniero Metalúrgico, Especialista en Docencia Universitaria, Especialista en Administración de la Informática Educativa. Magíster en Sistemas Energéticos Avanzados ©, Docente Investigador Universidad Libre Seccional Socorro. Edgarq.pina@unilibre.edu.co

Recepción artículo marzo 15 de 2017. Aceptación artículo junio 12 de 2017.

EL CENTAURO. ISSN: 2027-1212

RESUMEN

Figura 1. Selección de envases P.E.T. para análisis.



Problema: El consumo de productos envasados en teraftalato de polietileno, genera una gran cantidad de residuos por concepto de consumo, lo cual, implica altos niveles de contaminación y una amplia huella ecológica, esto sumado a la inadecuada disposición final y el desconocimiento de los métodos de reciclaje representa una desmesurada acumulación de residuos sólidos sin tratamiento. **Objetivo:** Determinar el tiempo de vida promedio de un recipiente plástico en su etapa de consumo. **Metodología:** Mediante observación directa, realizó seguimiento a determinado número de envases desde el momento en que se convierten en un producto de consumo hasta que son dispuestas como residuo; para establecer el tiempo promedio que pasan en posesión del consumidor, determinando así su vida útil.

Se efectuó análisis de la calidad del agua almacenada en la botella plástica tras múltiples re envasados con el fin de determinar el número de veces que puede ser re utilizada. **Resultado:** La vida promedio del PET es de 2 días en su etapa de consumo; si se controla la temperatura entre 15 y 27 °C y se mitiga el riesgo microbiológico y es posible extender la vida del

envase. **Conclusión:** Aunque la vida promedio del envase PET es de dos días podría alargarse hasta 45 días.

Palabras clave

ACV, huella ecológica, plástico, producto, potabilidad, residuo, reutilización.

ABSTRACT

Problem: The consumption of products packaged in polyethylene terephthalate generate a lot of waste consumption concept, which involves high pollution levels and a large footprint. **Objective:** To determine the average lifetime of a plastic container in consumption stage. **Methodology:** throw direct observation, to monitor a certain number of containers from the moment they become a consumer product until they are disposed of as waste; to establish the average time spent in the possession of the consumer, thus determining its life.

Analysis of the quality of water stored in plastic bottle made after multiple re-packaged in order to determine the number of times it can be re used. **Result:** The average life of PET is 2 days in the consumption stage; if the temperature between 15 and 27 °C is monitored and controlled microbiological risk is possible to extend the life of the container. **Conclusion:** Although the average life of the PET is two days, it could be extended to 45 days.

Keywords

LCA, ecological footprint, plastic, product, potability, waste, reuse.

1. INTRODUCCIÓN

Helio Fernando Beltrán Manosalva, gerente de operaciones del relleno sanitario Empsacol; explicó que en las instalaciones se recibe residuos de 12 municipios, entre ellos el Socorro, que dispone unas 800 toneladas mes. (Rodríguez, 2014)

El consumo de productos alimenticios de envases plásticos en la Universidad Libre – seccional Socorro demuestra, respecto a las fases anteriores de este proyecto, que existe una cultura de alto consumo, desembocando una contaminación por residuos sólidos desmesurada, lo que lleva a preguntarse cuál de estos productos es el más consumido, la procedencia de este y su disposición final; lo cual se identificará mediante un análisis de ciclo de vida útil en el cual se pueda determinar el impacto y equivalencia ambiental que esto genere a corto, mediano y largo plazo.

En la etapa actual se pretende establecer el tiempo promedio real de vida en la fase de consumo de los envases plásticos y a su vez, el tiempo posible de vida planteando la reutilización y re-embasado en el envase como medida de mitigación al problema de contaminación por residuos sólidos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los plásticos le dan innegables beneficios a la sociedad, sin embargo, representan un problema ambiental global de creciente preocupación. Los océanos se convierten en "sopas de plástico", mientras que la cantidad de productos plásticos aumenta, al igual que sus residuos. Los impactos ambientales son acumulativos, de largo plazo y lejanos. (Ortiz Hernández, 2013)

Uno de los productos más consumidos por la industria del plástico, son las botellas, las cuales son de difícil transformación. Al aire libre pierden su tonicidad y se dispersan. Enterradas, duran más. La mayoría está hecha de P.E.T, un material no degradable, los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos. (Nava, Esteban, 2012)

En el caso colombiano, el consumo de plásticos en el período 1997 a 2000 está alrededor de las 530.000 toneladas anuales (Dirección de desarrollo sostenible, 2004, pág. 19)

Aunque existen diversas investigaciones respecto al tiempo de vida de un envase plástico y su potabilidad tras la reutilización, sus resultados son muy variables en cuanto a condiciones climáticas y respecto a la marca del producto o la calidad del mismo.

Por consiguiente, se debe establecer cuál es el tiempo de vida real y el tiempo de vida posible que puede tener el producto envasado en plástico, para así determinar el verdadero impacto ambiental que genera en esta etapa de su ciclo.

2.1. Antecedentes

De acuerdo a información del Anuario Estadístico 2012 de la ANIPAC; del mercado total de PET en México, cerca del 40% corresponde a refrescos no retornables y 15% a aguas purificadas; de aquí se estima más del 50% del mercado (INECC, 2013)

El Bisfenol A (BPA) utilizado crecientemente en la fabricación de plásticos usados para conservar alimentos y almacenar bebidas, es objeto de controversias sobre su potencial toxicidad para la salud humana. (Battocletti, 2011)

"No hay problemas de seguridad para la salud al reutilizar las botellas de plástico" dice Ana Troncoso, catedrática de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Sevilla, en España. (BBC, 2015)

Las botellas de plástico flexible hechas de tereftalato de polietileno, conocidas como PET por sus siglas en inglés, son 100% reciclables reutilizables y no usan el Bisfenol A como aditivo. (Semana, 2015)

Los expertos coinciden en que el mayor riesgo para la salud asociado a la reutilización de las botellas de plástico es microbiológico. Por un lado, el deterioro por el uso diario de la botella puede provocar la rotura física del plástico, en forma de grietas o quiebres en el material poroso. "Su resistencia mecánica está pensada para un único uso", recuerda Troncoso. (BBC, 2015)

Se han reportado actividades genotóxicas y estrogénicas en el agua embotellada-PET. Mezclas químicas en el agua embotellada se han sugerido como la fuente de estos efectos toxicológicos. (Ansedo, 2015)

En base al análisis de los hallazgos de la modelación, se concluye que las acciones actuales para la valorización de las botellas PET pos-consumo, representan ventajas ambientales respecto a no haber realizado ninguna acción de aprovechamiento o valorización.

Figura 2. Envases PET utilizados



En la figura 2 se observa algunas de los envases P.E.T. de bebidas alimenticias seleccionados para el inventario de ciclo de vida llevado a cabo en la etapa 3 de la presente investigación. (Castellanos, 2016)

2.1. Formulación

Mediante observación directa y etiquetado de muestras, se realizó el seguimiento de un

determinado número de botellas: desde el momento de ingreso a la institución para su comercialización hasta su disposición como residuo. Esto con el fin de establecer el tiempo promedio en posesión del consumidor; determinando así el tiempo correspondiente en la etapa del ciclo de vida de una botella plástica.

Simultáneamente se realizaron análisis de la calidad del agua almacenada en la botella plástica tras múltiples reenvasados con el fin de determinar el número de veces que puede ser re utilizada.

2.2. Pregunta problema

¿Cuál es el tiempo de vida promedio de un recipiente plástico en su etapa de consumo?

2.3. Justificación

Al diagnosticar el residuo plástico generado en la Universidad, es posible generar las bases de información que permiten el desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos enfocado a los plásticos para envasar alimentos, también es un primer paso para identificar el impacto ambiental que genera la institución en el manejo de plásticos.

De este modo se identifican los problemas de consumo presentes en la institución, por consiguiente se hace posible establecer mecanismos para la mitigación de este, o estrategias para la reutilización segura del material-residuo; material cuyas características permiten pensar en métodos de reciclaje que resulten lucrativos.

2.4. Objetivo general

Determinar el tiempo de vida promedio de un recipiente plástico en su etapa de consumo.

2.5. Objetivos específicos

1. Determinar el tiempo que tarda un recipiente plástico (botella) desde su primer uso hasta su disposición como residuo en la Universidad libre-seccional Socorro.
2. Identificar la cantidad de re-envasados que puede tener un recipiente plástico bajo parámetros de salubridad.
3. Identificar la contaminación potencial generada por los residuos plásticos (botellas) en la Universidad Libre – seccional Socorro.

3. METODOLOGÍA

3.1. Localización

El proyecto de investigación se realizó en la Universidad Libre Seccional Socorro, en Santander, Colombia.

3.2. Tipo de investigación

La clasificación del tipo de investigación se hace según *Hernández Sampieri et al, (2006)* siendo de carácter cuantitativo al realizar recopilación de datos mediante la medición de variables físico químicas del agua y datos estadísticos sobre consumo de productos envasados en PET.

3.3. Definición de variables

Figura 3. Variables y su clasificación

Tipo de variable	Variable	Unidad/ clase
Dependiente (Respuesta)	Potencial de hidrógeno	Potencial de hidrógeno / pH
	Turbiedad	Unidad nefelométrica de turbidez/ UNT
	Presión	Hecto-Pascales
	Demanda química de oxígeno	Mg/L O ₂
	Coliformes totales	UFC
	Tiempo de retorno	Días.
	Cd, Ni y Sb	Ppb
	Oxígeno Disuelto	g/mL O ₂
	Color	Mg/L de Pt/CO
	Temperatura del agua	Grados centígrados / °C
	Propiedades organolépticas	Descripción
Independiente (Estimulo)	Re-ensado de la botella	Cantidad #
	Cantidad de botellas	Cantidad #
	Material	Descripción
Parámetro	Temperatura	°C
	Conducta humana	Descripción

3.4. Técnicas de investigación

La técnica utilizada para la recopilación de la información en la investigación fue la realización de pruebas controladas.

3.5. Análisis estadístico

En la ejecución de la investigación la técnica estadística utilizada fue cuantitativa de tipo muestreo para determinar la correlación.

3.6. Equipos de medición

La medición de las variables físico químicas se realizó mediante el manual de procesos analíticos estándar Methods y el tiempo real de consumo promedio se determinó mediante una prueba de trazabilidad

3.7. Procedimiento

Se diseñó y aplicó una prueba de trazabilidad, donde se etiquetó determinado número de recipientes plásticos en las cafeterías de la Universidad; luego, tras un seguimiento exhaustivo de la recolección de los residuos, se identificó la reaparición del recipiente-residuo marcado; estableciendo el tiempo que permaneció junto al consumidor.

Mediante encuestas y entrevistas se determinaron las propiedades cualitativas del comportamiento de reutilización en la comunidad universitaria (preferencias de consumo, reutilización del plástico, conocimiento sobre técnicas de reciclaje).

Se realizaron análisis químicos en el agua envasada en los recipientes plásticos, de forma quincenal; re envasando el contenido de agua en estos, para establecer así la cantidad de reutilización sin representar una disminución en la calidad de la salud humana.

Posteriormente, se realizó una revisión bibliográfica para determinar el potencial de contaminación teórico basado en la cantidad real en masa y volumen de los residuos generados.

3.8. Población y muestra

Población: Botellas plásticas distribuidas en las cafeterías de la Universidad Libre- seccional Socorro.

Muestra:

Objetivo 1: 40 botellas para la trazabilidad y 30% estratificado de la población universitaria para encuestas sobre conducta de consumo.

Objetivo 2: 9 botellas distribuidas en 5 grupos de prueba.

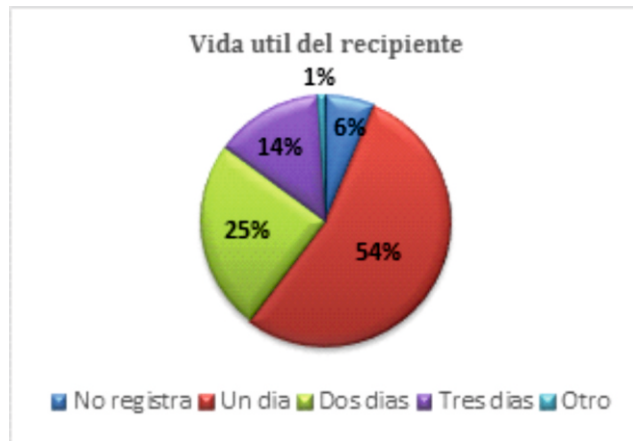
Objetivo 3: Botellas plásticas residuales generadas en la Universidad Libre- seccional Socorro.

4. RESULTADOS

A continuación, se hace una presentación de los resultados parciales obtenidos:

4.1. Determinar el tiempo que tarda un recipiente plástico (botella) desde su primer uso hasta su disposición como residuo en la Universidad libre-seccional Socorro.

Figura 4. Tiempo de vida real de un recipiente plástico.



Tras 10 semanas de análisis con una muestra de 300 botellas (30 cada semana) con un 54% de envases que retornan en un tiempo inferior a 24 horas, se afirma que el tiempo de vida útil del recipiente plástico PET en su etapa de consumo es de un día (figura 4).

4.2. Identificar la cantidad de re-ensados que puede tener un recipiente plástico bajo parámetros de salubridad.

Para poder analizar los posibles cambios generados en el contenido de la botella plástica por efectos de la

Figura 6. Resultados de la primera quincena

SALUBRIDAD	P1	Primera quincena				
		ISLp-1	CSLp-1	ICLp-1	CCLp-1	PH-1
Parámetro						
Coliformes Totales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pH	7,05	7,01	7,25	7,00	7,16	7,31
Turbiedad	1,08	0,96	1,93	0,74	1,05	0,77
Color	5,10	3,55	4,85	4,00	6,20	5,80
DQO	10,57	7,88	9,52	8,80	9,17	7,69
Oxígeno disuelto	7,34	6,14	7,24	6,29	7,41	6,93
% Saturación	92,20%	90%	100%	92%	103%	18%
Conductividad	513	589,50	643,00	733,00	748,00	752
CLASIFICACIÓN DE SALUBRIDAD	POTABLE	POTABLE	POTABLE	POTABLE	POTABLE	POTABLE

misma, se decidió utilizar agua potable como muestra patrón bajo determinadas condiciones estándar, tales como: un rango de temperatura entre los 18 y 27 °C a una presión atmosférica de 863,55 HPa promedio y cumplimiento de las condiciones de olor y sabor aceptables para el agua.

Figura 5. Variables de interés para análisis de la potabilidad.

MEDIDAS DE SALUBRIDAD		Fase Inicial	
Parámetro	Permisible	Unidad	Original
Coliformes Totales	0	UFC	0,00
pH	6,5-9,0	pH	7,06
Turbiedad	<= 2	UNT	0,54
Color	<= 15	UPC	3,10
PROMEDIO			9,30
Oxígeno disuelto	-	mg/L O2	8,00
% Saturación	-	%	102,10%
Conductividad	1000	S/m	565
CLASIFICACIÓN DE SALUBRIDAD			POTABLE

En la figura 5 se muestran las variables analizadas y las características promedio del agua embotellada elegida para el análisis, siendo estas las características base para los primeros análisis.

Para determinar el período entre análisis se utilizó el tiempo estándar desde producción - envasado hasta distribución, correspondiente a 15 días según la etapa 3 de la presente investigación.

- Se realizaron análisis de 5 grupos:
- ICL- Muestra a la intemperie con lavado.
- CCL- Muestra a 15°C con lavado.
- ISL- Muestra a la intemperie sin lavado
- CSL- Muestra a 15°C sin lavado
- PH - Prueba de campo-control humano

Según la figura 6 pasados los primeros quince días, tras el análisis inicial, no se generó ningún tipo de cambio relevante en las propiedades relativas a la salubridad en el contenido del envase.

Todas las categorías estudiadas tuvieron un pH ubicado entre 7 y 7,4 unidades; lo cual, es índice de una calidad de agua para consumo aceptable; los niveles de turbiedad no presentaron anomalías al igual que los de color; la demanda química de oxígeno presentó niveles normales; el oxígeno disuelto en el agua no mostró ninguna alteración significativa en base a la muestra comparativa.

Figura 7. Resultados de la segunda quincena

SALUBRIDAD	P2					
	Segunda Quincena					
Parámetro		ISLp-2	CSLp-2	ICLp-2	CCLp-2	PH-2
Coliformes Totales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pH	7,28	7,17	7,18	7,15	7,16	6,74
Turbiedad	0,80	2,01	1,39	1,14	1,47	1,93
Color	5,00	3,85	7,75	5,90	6,20	7,30
DQO	8,25	9,57	8,33	8,59	9,57	8,55
Oxígeno disuelto	6,67	7,00	6,93	6,88	6,89	6,75
% Saturación	95%	100%	99%	99%	99%	97%
Conductividad	515	835,00	847,00	480,50	818,50	525
CLASIFICACIÓN DE SALUBRIDAD	POTABLE	NO POTABLE	POTABLE	POTABLE	POTABLE	POTABLE

En la figura 7 se aprecia que pasados 30 días del análisis inicial las muestras puestas a la intemperie sin lavado para control microbiológico presentaron una turbiedad superior a los límites permisibles; siendo este en promedio de 2,01 unidades nefelométrica de turbidez; en cuanto al pH y el color, se mantuvo en condiciones estables, al igual que la demanda química de oxígeno y el oxígeno disuelto.

Figura 8. Resultados de la tercera quincena

P3	ISLp-3	CSLp-3	ICLp-3	CCLp-3	PH-3
0,00	2,70	3,85	0,00	0,00	0,00
7,07	7,55	7,52	7,53	7,52	7,15
1,35	1,50	2,24	1,42	1,71	2,42
6,90	7,87	7,05	8,20	7,70	7,30
8,55	5,02	8,92	8,23	7,51	9,21
6,73	7,03	6,98	6,96	6,97	6,91
97%	97%	98%	98%	98%	99%
511	558,45	121,85	118,50	117,65	129
POTABLE	NO POTABLE	NO POTABLE	POTABLE	POTABLE	NO POTABLE

En la figura 8 se evidencia que tras la tercera quincena transcurrida, los parámetros asociados a condiciones microbiológicas en las muestras sin lavados, no cumplen con los criterios de salubridad establecidos; además, se presenta una alta turbiedad en la prueba de seguimiento humano, lo cual indica que el contenido de esta ha pasado a un estado insalubre.

4.2.1. Contaminación potencial causada por el tiempo de vida del recipiente.

Según Castellanos (2016), un envase tipo P.E.T. para el envasado de alimentos genera 131,02 Kg CO₂ eq/Botella y consume 639,8 kW/Botella en su trayecto de 135 días para llegar a manos del usuario; por consiguiente, su tasa de emisión diaria es de

970,51 g CO₂ eq/Botella y un consumo de 4,73 kW/Botella.

Si se tiene en cuenta el comportamiento de consumo hallado en el primer objetivo, que hace referencia al consumo de un día; el tiempo de vida se extendería a 136 días; con tasa de emisión diaria 963,38 g CO₂ eq/Botella y un consumo de 4,70 kW/Botella representando una reducción porcentual del 0,74%

Si el comportamiento social, tuviese la tendencia a reutilizar el envase P.E.T., durante 45 días; el tiempo de vida se extendería a 180 días; por tanto, la tasa de emisión diaria sería de 727,88 g CO₂ eq/Botella y un consumo de 3,55 kW/Botella representando una reducción porcentual del 33,33%

5. DISCUSIÓN

Según el estudio realizado por la BBC mundo la botella plástica a base de tereftalato de polietileno está diseñada y pensada para un único uso, pero según los resultados, por lo menos el 46% de la población le da dos usos o más y de acuerdo al análisis de características fisicoquímicas, estas pueden ser reutilizadas sin ninguna medida de precaución hasta quince días sin perder sus propiedades de salubridad. (BBC, 2015)

A la vez, Troncoso dice que el mayor peligro que representa la reutilización de envases plásticos se da por el riesgo microbiológico, conclusión que se confirma con los resultados, la presente investigación, por consiguiente, las primeras muestras en incumplir los parámetros de salubridad fueron las que no poseían ninguna medida contra el riesgo microbiológico y a su vez este fue aumentando inicialmente asociado a la turbiedad en la segunda quincena y explícitamente como coliformes totales en la tercera quincena.

6. CONCLUSIONES

El 54% de las botellas marcadas en la prueba de trazabilidad tuvieron una vida útil de un día, el 25 % de dos el 14% de tres, teniendo en cuenta que un 6% tuvo una vida útil de 4 días o más y que el 1% de las muestras no retornaron a la institución; demostrando así que la vida útil real promedio de un envase plástico es de un día.

En un rango de 18 a 27 °C con una presión de 863 HPa y con propiedades organolépticas aceptables es posible re-ensavar y reutilizar un envase plástico, sin ningún problema de salubridad, hasta 15 días como máximo; si el recipiente plástico es sometido a un control térmico por debajo de los 15°C este puede preservarse hasta un total de 30 días; si se aplica un control microbiológico al proceso de envasado y reutilización como un correcto lavado este tiempo de vida puede alargarse a entre los 30 a 45 días con la leve presencia de turbiedad en el agua.

La reducción porcentual que beneficia el ciclo de vida del envase P.E.T., en base al consumo real es de 0,74%; en caso de reutilizar el envase a la totalidad de su capacidad de uso se generaría una reducción porcentual de la emisión diaria de 33,3%; extendiendo la vida útil del envase y disminuyendo su impacto en equivalencia diaria.

6.1. Recomendaciones

Para determinar qué efectos tiene el envase sobre la sustancia contenida es necesario estandarizar o manejar un rango de valores para las propiedades analizables del contenido re-ensavable; a su vez, es necesario tipificar las posibles variaciones de estos por factores ajenos a los producidos por el envase.

6.2. Planes para el trabajo futuro

Identificar el tiempo real de vida de un recipiente plástico, divulgar el resultado y realizar campañas para el máximo aprovechamiento de este envase.

Definir el impacto ambiental generado por los residuos plástico y la disminución potencial tras la modificación de los hábitos de consumo.

7. REFERENCIAS

- Ansele, M. (14 de Marzo de 2015). Compuestos estrogénicos en envases de alimentos. Madrid, España: CSIC. Obtenido de <http://www.csic.es/biologia-y-biomedicina>
- Battocletti, A. (Noviembre de 2011). Toxicidad crónica de los plásticos. Toxicidad crónica de los plásticos, 142-159. Montevideo, Uruguay. Obtenido de http://tendenciasenmedicina.com/Imagenes/imagenes39/art_26
- BBC. (1 de Octubre de 2015). ¿Es seguro reutilizar las botellas de agua? BBC Mundo. Obtenido de ¿Es seguro reutilizar las botellas de agua?: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/10/150930_salud_es_seguro_reutilizar_botellas_plastico_ig
- Castellanos, F. A. (13 de 05 de 2016). DIAGNÓSTICO DEL RESIDUO PLÁSTICO GENERADO POR EL CONSUMO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN LA UNIVERSIDAD LIBRE. Análisis del ciclo de vida del residuo P.E.T. Sangil, Santander, Colombia: RedColsi.
- Dirección de desarrollo sostenible. (2004). Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Ministerio de ambiente. Recuperado el 2016 de 10 de 08, de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plasticos.pdf>
- INECC. (2013). Estudio de Análisis de Ciclo Vida (ACV) del manejo de envases de bebidas de polietileno tereftalato (PET) en la fase de posconsumo. México: Instituto nacional de ecología y cambio climático.
- Nava, Esteban (2012). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=--mqMTxsFAo>
- Ortiz Hernández, M. L. (27 de Mayo de 2013). La jornada ecológica. El impacto de los plásticos en el ambiente. Morelos, México: Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Recuperado el 08 de 10 de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>
- Rodríguez, N. A. (28 de Junio de 2014). Los rellenos sanitarios pueden recibir residuos de otros lugares. Vanguardia Liberal. Obtenido de <http://www.vanguardia.com/santander/guanenta/266801-los-rellenos-sanitarios-pueden-recibir-residuos-de-otros-lugares>
- Semana. (2015). ¿Es seguro reutilizar las botellas de agua? Semana. Obtenido de <http://www.semana.com/vida-moderna/articulo/es-seguro-reutilizar-las-botellas-de-agua/444605-3>