

## Proyecto sustentable del desecho de envases de plástico en hogares de la comunidad del ITCH II

### Sustainable project for the disposal of plastic containers in homes of the ITCH II community

GALLEGOS-OROZCO, Carmen Angelina†\*, ORTEGA-CHÁVEZ, Laura Antonia, AGUIRRE-GRANADOS, Mónica Patricia y GALLEGOS-OROZCO, Verónica

*Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chihuahua II*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Carmen Angelina, Gallegos-Orozco* / ORC ID: 0000-0002-4872-4927

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Laura Antonia, Ortega-Chávez* / ORC ID: 0000-0001-7860-1277

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Mónica Patricia, Aguirre-Granados* / ORC ID: 0000-0002-2800-1641

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Verónica, Gallego-Orozco* / ORC ID: 0000-0002-9207-0414

Recibido: 30 de Enero, 2018; Aceptado 02 de Marzo, 2018

#### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue involucrar estudiantes y maestros en un proyecto de sustentabilidad, con la intención de desarrollar habilidades de investigación y al mismo tiempo impulsar la cultura del reciclaje en la comunidad del Instituto. La primera etapa consistió en el diseño y aplicación de una encuesta para determinar los diferentes tipos de plástico que se desechan en la comunidad del ITCH II. Posteriormente se determinó el tamaño de muestra para cada tipo de plástico y se recolectaron las muestras correspondientes. Se tomaron muestras de distintas marcas de refresco, aguas embotelladas, leche y bolsas de plástico de diferentes supermercados. De los resultados obtenidos se observa que la mayor generación corresponde a bolsas de polietileno de alta densidad PEAD, seguido de los envases de tereftalato de polietileno PET. Los estudiantes involucrados en el estudio llevaron a cabo todo el proceso del método científico, a la vez que toman conciencia sobre la importancia del reciclaje. Adicionalmente, los datos obtenidos, son útiles para futuros proyectos, que tengan como objetivo el cuidado del medio ambiente, a través de la disminución del volumen de los residuos plásticos, y al mismo tiempo proporcionen una base para determinar la factibilidad económica del proceso de reciclaje..

**PEAD, PET, Sustentable, Reciclaje**

#### Abstract

The objective of this work was to involve a good number of students and teachers in a project of sustainability, with the intention to develop student's research skills and at the same time to promote the culture of the recycling in the community of the Institute. The first stage consisted in the design and application of a survey to determine the different types of plastic that are discarded in the community of ITCH II. The sample size was then determined for each type of plastic and the corresponding samples were collected. Samples were taken from different brands of soda, bottled water, milk, as well as plastic bags from different supermarkets. The results obtained shows that the greatest generation corresponds to plastic bags from HDPE plastic bags, followed by polyethylene terephthalate PET plastic containers. The students involved in the study carried out the whole process of the scientific method, while becoming aware of the importance of recycling. Additionally, the data obtained are useful for future projects, which aim to take care of the environment, through the reduction of the volume of plastic waste, and at the same time provide a basis for determining the feasibility of the recycling process.

**PEAD, PET, Sustainable, Recycling**

**Citación:** GALLEGOS-OROZCO, Carmen Angelina, ORTEGA-CHÁVEZ, Laura Antonia, AGUIRRE-GRANADOS, Mónica Patricia y GALLEGOS-OROZCO, Verónica. Proyecto sustentable del desecho de envases de plástico en hogares de la comunidad del ITCH II. Revista del Desarrollo Urbano y Sustentable. 2018. 4-11: 14-26.

\* Correspondencia al autor (Correo Electrónico:carmen.gallegos@itchiuhuaii.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

A nivel mundial, se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años. Esto se debe a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares (en estos se han encontrado entre 3 a 30 kg/km<sup>2</sup>), ríos, sedimentos y suelos, entre otros. Es común observar paisajes en caminos, áreas naturales protegidas, carreteras, y lagos con plásticos tirados como parte de lo mismo. (Ortíz, 2013)

Es importante reducir los residuos sólidos urbanos, pero sobre todo es vital si la sociedad incorpora a su rutina diaria el separado de residuos y se efectúa un tratamiento diferenciado en la recolección y posterior separación.

Gran parte del problema se reduce, sobre todo si nos referimos al concepto de envases con criterio ambiental. Además de lograr el compromiso por parte de las empresas a utilizar envases con materiales biodegradables, esta observación es posible si hay compromiso entre las petroquímicas y las empresas, así como también si se educa al público en la elección de este tipo de envases que reducen, de manera importante, las materias primas utilizadas. Lo ideal sería no producir residuos en lugar de pensar qué hacer con ellos.

El objetivo general es buscar información para determinar los diferentes tipos de plástico que se desechan y que pueden ser recolectados en los distintos hogares de la comunidad conformada por alumnos y personal del Instituto Tecnológico de Chihuahua II.

El valor agregado que se pretende lograr con el presente trabajo es contribuir en la formación de una cultura de cuidado del medio ambiente entre la comunidad tecnológica, enfocada en el reuso y reciclaje del material plástico, proveniente del desecho de envases de dicho material.

El proyecto consistió de una primera etapa en la que se inició con una amplia investigación documental sobre el tema.

Posteriormente se diseñó y aplicó una encuesta para determinar los diferentes tipos de plástico que se desechan en la comunidad del ITCH II y así mismo se determinó el tamaño de muestra para cada tipo de plástico y se recolectaron las muestras correspondientes. Se tomaron muestras de distintas marcas de refresco, aguas embotelladas y leche utilizados en los hogares, así como bolsas de plástico de diferentes supermercados.

A continuación, se presenta el marco teórico en el cual se basa el estudio seguido de la metodología empleada, de la cual se obtuvieron datos estadísticos que posteriormente fueron analizados llegando a resultados importantes que contribuirán a trabajos posteriores.

## Marco Teórico

La primera sustancia que se puede denominar como plástico fue producida en el año 1860, pero no fue hasta principios del siglo XX sobre todo a partir de la segunda década cuando se entendería su composición y propiedades y con ello, su aplicación a diversos usos e industrias. (Esther, La Clasificación de los Plásticos, 2018). Esto dio lugar a la producción de distintas variedades de plásticos que atendían a diferentes estructuras (monómeros) y procesos de fabricación, entendiéndose la palabra “plástico” como un nombre genérico que agrupa a un gran número de materiales distintos.

Uno de los motivos por los cuales aumentó el volumen de la basura urbana considerablemente, fue que los envases de plástico son ligeros, transparentes, resistentes, herméticos, no tóxicos, y no alteran las propiedades del contenido y sobre todo por su bajo costo de fabricación, con lo cual se empezó a generalizar su uso a partir de la década de los ochenta como envases desechables, en sustitución de los envases de vidrio retornables siendo esto un signo de alarma. (Ruggeri, 2013)

Los plásticos son materiales que permiten infinidad de usos y aplicaciones. Es difícil encontrar una industria que no utilice este material en sus productos, en construcción, agricultura, medicina, informática, automotriz, alimentación, etc.

Con el fin de favorecer el conocimiento de los distintos materiales plásticos, especialmente en el momento de su clasificación, la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos (SPI) ha difundido un código de identificación de uso corriente a nivel internacional.

El sistema identifica solamente a seis materiales plásticos, los cuales son los más difundidos y con ellos se fabrican casi todos los productos que el público conoce.

La tabla 1 muestra la clasificación de los diferentes tipos de plástico y algunos de sus usos. (Ecológico, 2001)

Código	Abreviación	Nombre del Polímero	Usos
1	PETE PET	Tereftalato de polietileno	Botellas para: bebida no alcohólica, agua, de aceite, etc.
2	PEAD HDPE	Polietileno de alta Densidad	Botellas para: Detergente, leche, bolsas de supermercado, etc.
3	PVC	Cloruro de Polivinilo	Tubos, adornos para exteriores, láminas protectoras para pared, etc.
4	LDPE PEBD	Polietileno de baja Densidad	Manteles, envases de crema, Bolsas para botes de basura, etc.
5	PP	Polipropileno	Tapas para botellas, popotes, cubiertos, etc.
6	PS	Poliestireno	Vasos, platos desechables, envases yogurt, etc.
7	Otros o 0	Otros	Teléfonos, artículos médicos, juguetes, etc.

**Tabla 1** Clasificación de los Plásticos

Fuente: *Elaboración propia*

Las bolsas de plástico están hechas de polímeros o resinas de polímero, las cuales requieren petróleo o gas natural para fabricarse. Las más desechadas son las bolsas de plástico de los grandes supermercados, las cuales están fabricadas con polietileno de alta y baja densidad (Wiltz, 2018)

Las bolsas plásticas de polietileno de alta densidad (HDPE) son las bolsas más delgadas, en espesores de 20 micras o más y en la mayoría de los casos son aptas para el reciclado. Su uso más común es en los supermercados para transportar los productos que se compran.

Éstas son las bolsas llamadas tipo camiseta y a pesar de ser muy delgadas son resistentes y económicas. (Esther, 2018), (Bolsec, 2018)

Las bolsas plásticas de polietileno de baja densidad (LDPE) son bolsas más gruesas y normalmente no son aptas para el reciclado.

Son flexibles, de apariencia brillante y son utilizadas como bolsas de comercios y boutiques. Pueden fabricarse en espesores más gruesos (desde las 70 micras en adelante) para soportar más peso y tener mayor resistencia a los objetos de orillas filosas. (Bolsec, 2018), (Esther, 2018)

La contaminación producida por el uso de bolsas de plástico surgió en los años 70, por el auge en las grandes tiendas comerciales y supermercados que empezaron a distribuirlas de manera gratuita a sus clientes para difundir su marca comercial y captar una mayor parte del mercado, esta estrategia fue replicada en la gran mayoría de los negocios a nivel mundial (Acosta, 2017).

Millones de clientes reemplazaron las bolsas tradicionales de tela y otros materiales duraderos y resistentes por los plásticos, sin reparar en los daños provocados al medio ambiente. En México se utilizan diariamente 20 millones de bolsas de plástico, el problema es que cada una tarda entre 400 y mil años en degradarse, según el tamaño y peso (Acosta, 2017)

Según Acosta (2017), de 7 mil 300 millones de bolsas de plástico utilizadas anualmente en el país, menos del 1% se reciclan y el resto termina en las calles, baldíos, ríos, lagunas, presas, playas o rellenos sanitarios.

Se sabe que la acumulación de grandes cantidades de bolsas de plástico bloquea los sistemas locales de drenaje, especialmente en los países en desarrollo.

Un ejemplo claro fue, las inundaciones en Bangladesh hace 20 años (Chenina, 2018) se atribuyeron en parte a los bloqueos en los sistemas de drenaje de las bolsas de plástico. Las bolsas de plástico también plantean riesgos para la salud de las poblaciones humanas a lo largo de los años, a medida que se filtran toxinas en los suministros de agua.

Cuando son incineradas provocan emanaciones de gases tóxicos al estar elaboradas con polietileno, polipropileno y polímeros.

El impacto ambiental causado por este tipo de basura no es solo en la tierra. Las bolsas de plástico han contribuido en gran medida a una gran cantidad de desechos encontrados en el Océano Pacífico Norte. Esto se conoce como el Gran Parche de Basura del Pacífico.

Se estima que es el doble del tamaño de Hawái, e incluso podría ser tan grande como la totalidad de los Estados Unidos continentales. El Wild Studies Institute (Chenina, 2018) informó que, como todos los desagües van al océano, el 80% de esta basura en el océano proviene de la tierra.

Se estima que tiramos unos 8 millones de toneladas de plástico cada año a los océanos. (Atanes, 2016).

La mayoría de la vida silvestre en la Tierra se encuentra en nuestros mares y océanos, significando que hay cientos de animales y aves que corren el riesgo de sufrir lesiones y morir al ingerir o enredarse en bolsas de plástico. Las bolsas de plástico flotantes pueden confundirse con medusas de animales marinos que las consumen.

Una de las especies que está en riesgo por la contaminación con bolsas, son las tortugas marinas, debido a la ingestión de grandes cantidades de plásticos. Los fragmentos de plástico se infectan en el estómago porque el plástico no se puede digerir correctamente.

Midway Atoll en el Océano Pacífico Norte es el hogar de la colonia de albatros más grande de la Tierra. Estas aves vuelan en estas islas muy aisladas, y se alimentan en el mar, a menudo a cientos de millas de distancia, para buscar comida para la descendencia.

Desafortunadamente, miles de estas preciosas aves han sido encontradas muertas en Midway porque habían ingerido grandes cantidades de bolsas de plástico (Chenina, 2018)). Se estima que cuatro toneladas de plástico se acumulan aquí diariamente.

El problema de las bolsas de plástico, de las que apenas se recicla un 10% (ECOGESTOS, 2018), es que resultan altamente contaminantes desde el mismo momento en el que comienza su producción hasta que finaliza su vida útil. En la elaboración de cada bolsa de plástico intervienen diversos agentes contaminantes como petróleo que, además, requieren una gran cantidad de energía para licuar y solidificar lo que posteriormente conocemos como polietileno.

“Bajo este contexto es necesario realizar estudios de impacto ambiental, enfocados a conocer, reducir y eliminar el daño a la flora y la fauna por el desecho de bolsas de plástico, así como implementar políticas y programas para el uso responsable y tratamiento que se les debe dar a las bolsas de plástico”, refirió Antonio Nerio Maltos. (Acosta, 2017)

Otra problemática se presenta con la utilización de botellas de plástico. Cada año se fabrican y se desechan miles de millones en todo el mundo, con un enorme costo para el medio ambiente.

Gran cantidad de imágenes y videos de animales acuáticos dañados por diferentes tipos de objetos de plástico son cada vez más frecuentes en distintos sitios de internet y redes sociales.

México es el segundo consumidor de botellas de plástico para refrescos en el mundo y el primero para botellas de agua, originando aproximadamente 90 millones de envases (Celis, 2018), los cuales terminan en la calle, terrenos baldíos, campo, bosques, ríos, lagos y finalmente el mar.

Se han dado diferentes datos sobre el tiempo que tarda una botella de plástico en degradarse, pero de cualquier manera es un tiempo muy superior a la esperanza de vida de cualquier ser humano, ninguno de nosotros alcanzaríamos a ver la degradación de los plásticos que hemos utilizado en nuestra vida.

Otro punto importante que considerar es que cerca del 90 por ciento del costo de una botella de agua corresponde al envase (Atanes, 2016) y que para fabricar mil millones de botella de plástico hacen falta cerca de 100 millones de litros de petróleo (Palou, 2017) Desde cualquier punto de vista, la utilización de botellas de plástico se ha convertido en un grave problema a nivel mundial.

Se han buscado distintas soluciones que van desde el reciclaje de las botellas de PET para la fabricación de nuevas botellas (PetStar, 2018), hasta su utilización para la elaboración de cortinas, ingeniosas lámparas, macetas, lapiceras, árboles de Navidad, canastas, floreros, alhajeros (DesignRulz, 2012), esculturas y distintas obras de arte (Richterová). Sin embargo, el 80 por ciento de las botellas no se reciclan y millones de ellas van a dar a la basura cada año (Palou, 2017). Esta es parte de la problemática a la cual estamos obligados a encontrar solución.

### Metodología

Se seleccionó un enfoque cuantitativo en donde se formularon preguntas de investigación, llevando a cabo una medición estandarizada y numérica. Posteriormente se utilizó el análisis estadístico por medio del cual se pueden generalizar los resultados de los estudios mediante muestras representativas.

Después de una detallada consulta literaria, se determinó realizar un estudio con un alcance descriptivo mismo que se llevó a cabo con la participación de alumnos inscritos en las materias de Estadística y Desarrollo Sustentable del semestre Enero-junio 2018. Se inició definiendo la unidad de muestreo/análisis. Se determinó que fueran muestras probabilísticas y una vez definida se procedió a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. (A Urresti & Marcellesi, 2012)

El primer paso fue buscar información sobre el número de alumnos inscritos en ese semestre y el total del personal tanto docente como administrativo que labora en el Instituto Tecnológico de Chihuahua II para verificar el tamaño de la población involucrada en el estudio y con ello poder calcular el tamaño de la muestra a la cual se le aplicaría una encuesta.

En el semestre enero-junio 2018 el Instituto tecnológico de Chihuahua II contó con un total de alumnos inscritos y personal docente y administrativo de 3548 personas.

El tamaño de la muestra calculado considerando una población finita con un nivel de confianza del 95% y un margen de error .06, fue de 249 personas.

Para la recolección de los datos se diseñó un instrumento de medición que fuera confiable y con validez, seleccionando un cuestionario con preguntas cerradas.

El cuestionario incluía preguntas sobre los distintos tipos de plástico más utilizados y la frecuencia de consumo de dichos plásticos. El cuestionario fue aplicado a la muestra anteriormente determinada, utilizando un muestreo por conveniencia.

Se encontró en el primer análisis realizado, en la muestra de 249 personas, que las bolsas de plástico (PEAD) utilizadas para transportar alimentos constituyen la mayor cantidad de plástico desechado, seguido de los envases de agua de 1 lt y refresco de 2 lt (PET) y posteriormente los envases de leche (PEAD) para el consumo familiar. La cantidad y la frecuencia de residuos generados como resultado de la encuesta se muestran en la tabla 2.

Descripción	Tipo de Plástico	Descarte semanal
Bolsa supermercado	PEAD	4.74
Envase de Leche 2lt	PEAD	2.02
Tapas Bot. Agua 1lt	PP	3.19
Botella de Agua de 1lt	PET	3.19
Tapas Bot. Refresco 2lt	PP	2.8
Botella de Refresco de 2lt	PET	2.8

**Tabla 2** Promedio de piezas descartadas semanalmente por familia de la Comunidad Tecnológica del ITCH II  
*Fuente: Elaboración propia*

En base a los resultados del análisis, se inició con un arduo proceso por parte de los alumnos y maestros involucrados en el proyecto para recolectar muestras que fueran representativas para los diferentes tipos de plástico.

Se consideró tomar muestras de bolsas de plástico de los 4 supermercados más importantes de la ciudad. Para el muestreo de las botellas de refresco se contempló la marca de mayor demanda en el tamaño de 2lt por ser la de consumo más frecuente por familia. De igual manera las muestras de botellas de agua fueron tomadas en base al tamaño y la marca más popular, por último, para los envases de leche se tomó en cuenta la marca y el tamaño de mayor demanda.

Se estableció la muestra de tamaño 30 de cada uno de los diferentes tipos de plástico considerados, para un muestreo preliminar.

Después de obtener las muestras representativas, se continuó con el estudio en el laboratorio de química del Instituto Tecnológico de Chihuahua II, realizando el pesaje de cada una de las muestras en una báscula analítica, determinando el peso de las mismas.

Al término de este proceso se inició con un análisis estadístico para determinar el peso promedio, la varianza y la desviación estándar de cada uno de los diferentes tipos de plástico que se recolectaron, con la finalidad de determinar el tamaño de las muestras.

Tomando un nivel de confianza del 95% y de acuerdo al peso promedio de las muestras consideradas, se estableció un error proporcional a dicho peso. Para calcular el tamaño de la muestra de las bolsas de plástico se determinó un error de 0.05, considerando el mismo error para las botellas de agua de 1lt.

Por otra parte, para el cálculo del tamaño de la muestra de las botellas de leche de 2lt y de refresco de 2lt, se fijó un error del 0.5 considerando que los pesos de las botellas de leche y de refresco de 2lt son muy superiores a los encontrados en las bolsas de plástico y botellas de 1lt. Se consideró para las tapas de botellas de agua 1lt y tapas de botellas de refresco de dos litros, un error de .0075 ya que los pesos promedio de las muestras tienen un peso muy por debajo de los otros tipos de muestras.

La fórmula utilizada para calcular el tamaño de cada muestra es la siguiente:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{e} \right)^2 \quad (1)$$

Los tamaños mínimos de muestra que resultaron de los cálculos y el tamaño real utilizado para este estudio se describen en la tabla 3.

Plásticos provenientes de:	Tamaño de la muestra calculada	Tamaño real de la muestra analizada
Bolsas plástico de supermercado	204.80	247
Botellas refresco 2lt	32.206	64
Tapas y aros botellas de refresco 2lt	43.94	67
Botella agua 1lt	22.70	37
Tapas agua 1lt	13.61	30
Botellas, tapas y aros leche	23.84	100

**Tabla 3** Tamaño mínimo de muestra

*Fuente: Elaboración propia*

## Resultados

El análisis estadístico de los muestreos realizados para cada uno de los diferentes desechos plásticos se muestra en la tabla 4.

Plásticos provenientes de:	Tipo de plástico	Tamaño de la muestra	Media	Varianza	Desviación estándar
Bolsas plástico supermercado	PEAD	247	4.977787	0.163463	0.4043055
Botellas refresco 2lt	PET	64	41.20604	3.580966	1.8923440
Tapas y aros botellas de refresco 2lt	PP	67	2.497339	0.046484	0.215602
Botella agua 1lt	PET	37	20.5288	0.013766	0.117328
Tapas agua 1lt	PP	30	1.343247	0.000193	0.013884
Botellas, tapas y aros leche	PEAD	100	49.3390	6.5495163	2.5592022

**Tabla 4** Análisis Estadístico de los muestreos obtenidos

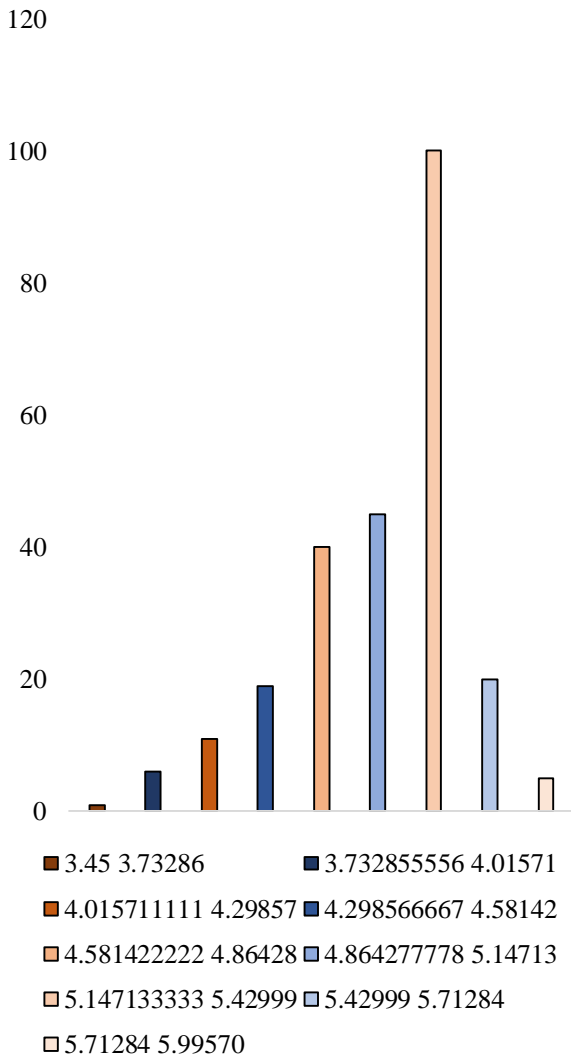
*Fuente: Elaboración propia*

Las gráficas correspondientes a cada uno de los desechos plásticos mencionados en la tabla anterior se muestran a continuación:

En el gráfico 1, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de la muestra de Bolsas de plástico de Supermercado.

La tabla 5 contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra de bolsas de plástico de supermercado.

**Bolsas Supermercado**



**Gráfico 1** Resultados de la muestra de Bolsas de Supermercado  
Fuente: Elaboración propia

Bolsa de Supermercado	
Media	4.977787045
Error típico	0.025725347
Mediana	5.017
Moda	4.848
Desviación estándar	0.404305566
Varianza de la muestra	0.163462991
Curtosis	1.115018694
Coefficiente de asimetría	-0.67285441
Rango	2.5407
Mínimo	3.455
Máximo	5.9957
Suma	1229.5134
Cuenta	247

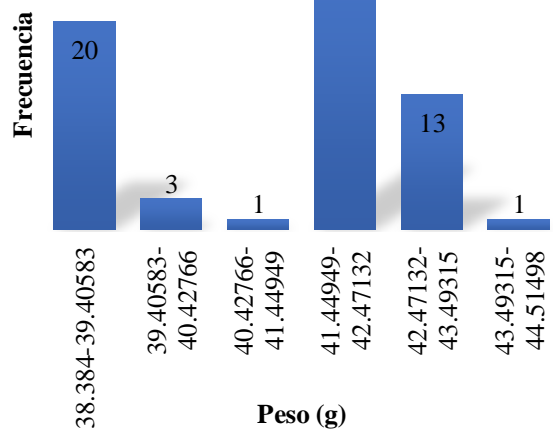
**Tabla 5** Análisis Estadístico de Resultados de la muestra de Bolsas de Supermercado  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 podemos observar que el peso promedio de las muestras de bolsas de los distintos supermercados fue de 4.9778 g, con una desviación estándar de 0.4043, con un sesgo observado hacia la derecha de -0,673.

En el gráfico 2, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de la muestra de Botellas de Refresco de 2 lt.

La tabla 6 contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra de botellas de refresco de 2lt.

**Botellas de Refresco de 2lt**



**Gráfico 2** Resultados de la muestra de Botellas de Refresco de 2 lt  
Fuente: Elaboración propia

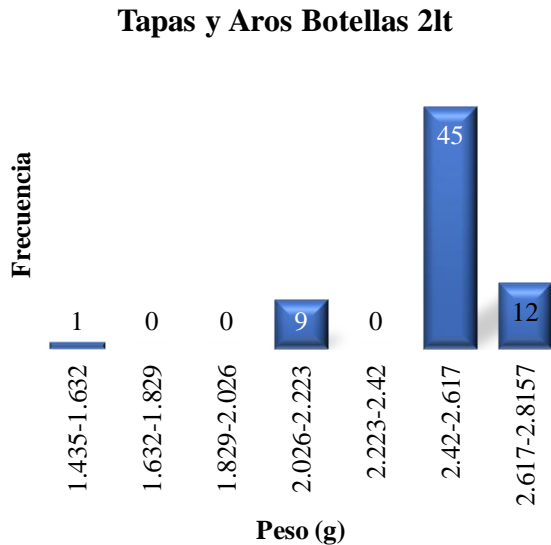
Botellas de Refresco 2lt	
Media	41.20603594
Error típico	0.236543005
Mediana	42.326
Moda	42.337
Desviación estándar	1.892344038
Varianza de la muestra	3.580965959
Curtosis	-1.372440761
Coefficiente de asimetría	-0.439400652
Rango	6.587
Mínimo	38.384
Máximo	44.971
Suma	2637.1863
Cuenta	64

**Tabla 6** Resultados de las muestras de Botellas de Refresco de 2 lt  
Fuente: Elaboración propia

El peso promedio de las botellas de refresco de 2 lt fue de 41.2060 g, con una desviación estándar de 1.8923, encontrándose un comportamiento muy disperso y atípico en los datos.

En el gráfico 3, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de la muestra de Tapas y aros de Botellas de Refresco de 2 lt.

La tabla 7 contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra de tapas y aros de botellas de refresco de 2 lt.



**Gráfico 3** Resultados de la muestra tapas y aros de Botellas de Refresco de 2 lt

Fuente: *Elaboración Propia*

Tapas y Aros Refresco 2lt	
Media	2.497339
Error típico	0.02634
Mediana	2.55
Moda	2.553
Desviación estándar	0.215602
Varianza de la muestra	0.046484
Curtosis	8.317969
Coefficiente de asimetría	-2.46437
Rango	1.3807
Mínimo	1.435
Máximo	2.8157
Suma	167.3217
Cuenta	67
Nivel de Confianza (95.0%)	0.052589

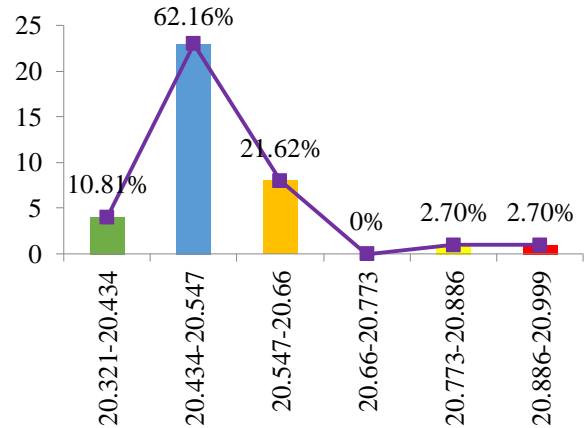
**Tabla 7** Resultados de las muestras tapas y aros de Botellas de Refresco de 2 lt.

Fuente: *Elaboración propia*

La tabla 7 muestra el resultado del peso promedio de 2.4973 g, con una desviación estándar de .2156 y mostrando un sesgo a la derecha.

En el gráfico 4, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de las muestras de Botellas de Agua de 1 lt.

La tabla 8 contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra anterior.



**Gráfico 4** Resultados de la muestra de Botellas de Agua de 1 lt

Fuente: *Elaboración propia*

Botellas 1lt	
Media	20.5288027
Error típico	0.019288559
Mediana	20.5206
Moda	20.4763
Desviación estándar	0.117327724
Varianza de la muestra	0.013765795
Curtosis	8.500617428
Coefficiente de asimetría	2.368756703
Rango	0.6785
Mínimo	20.321
Máximo	20.9995
Suma	759.5657
Cuenta	37

**Tabla 8** Resultados de las muestras de Botellas de Agua de 1 lt

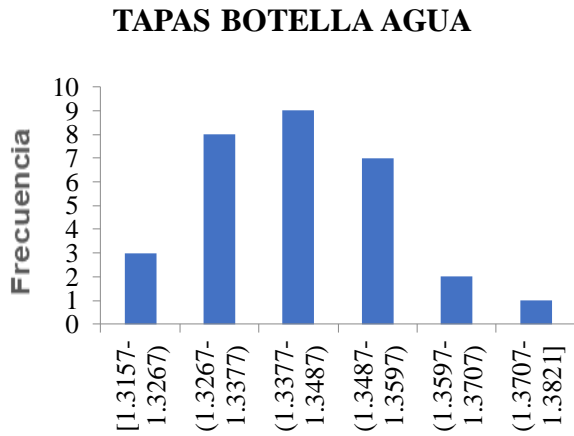
Fuente: *Elaboración propia*

Para la muestra de botellas de agua de 1lt la media encontrada fue de 20.5288 g, presentando una desviación estándar de 0.1173 y mostrando un sesgo hacia la izquierda

En el gráfico 5, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de la muestra de Tapas de Botellas de Agua de 1 lt.

La tabla 9 contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra de Tapas de Botellas de Agua de 1 lt.





**Gráfico 5** Resultados de la muestra de las tapas de Botellas de Agua de 1 lt  
Fuente: Elaboración propia

Tapas Botellas agua 1lt	
Media	1.343247
Error Típico	0.002535
Mediana	1.34335
Moda	1.3518
Desviación estándar	0.013884
Varianza de la muestra	0.000193
Curtosis	0.849346
Coficiente de asimetría	0.526308
Rango	0.0664
Mínimo	1.3157
Máximo	1.3821
Suma	40.2974
Cuenta	30

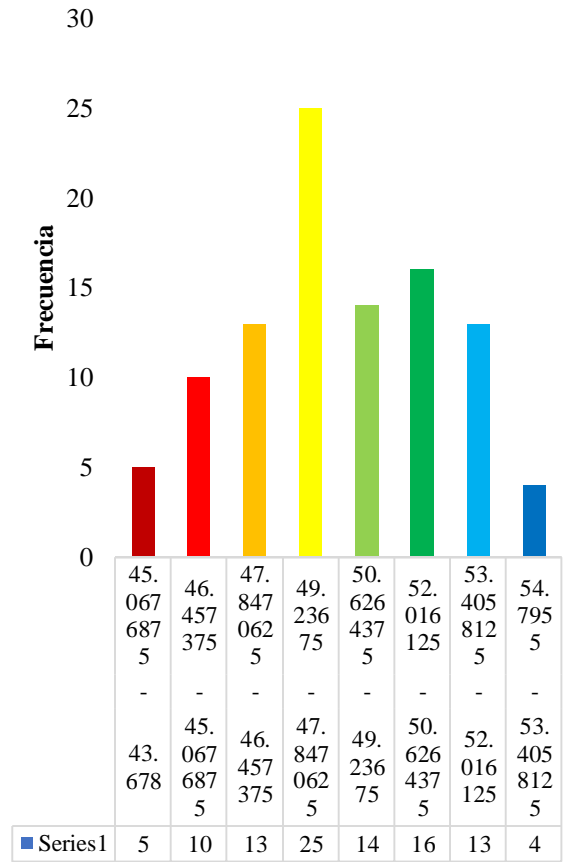
**Tabla 9** Resultados de las muestras de Tapas de Botellas de Agua de 1 lt  
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la gráfica 5, los resultados de la muestra de las tapas de botellas de agua presentan un comportamiento muy simétrico, con una media de 1.3432 g y una desviación estándar de 0.0139.

En el gráfico 6, se presentan los resultados obtenidos del pesaje de las muestras de envases, tapas y aros de leche de 2 litros.

La tabla X contiene el análisis estadístico de los datos de la muestra de envases, tapas y aros de leche.

**Tapas, aros y botellas de leche 2lt**



**Gráfico 6** Resultados de la muestra de las Botellas, tapas y aros de leche de 2lt  
Fuente: Elaboración propia

Tapas, Aros y Botellas de Leche	
Media	49.339022
Error Típico	0.255920229
Mediana	49.169
Moda	N/A
Desviación estándar	2.559202294
Varianza de la muestra	6.549516384
Curtosis	-0.51438128
Coficiente de asimetría	-0.06466842
Rango	11.1175
Mínimo	43.678
Máximo	54.7955
Suma	4933.9022
Cuenta	100

**Tabla 10** Resultados de las muestras de las botellas, Tapa y aros de leche de 2 lt  
Fuente: Elaboración propia

En este caso la media resultante fue de 49.3390 g, con una desviación estándar de 2.5592, observándose una dispersión grande de los datos, pero conservando simetría.

## Agradecimiento

Se agradece al Instituto Tecnológico de Chihuahua II, Estudiantes y Personal por su valiosa colaboración en este proyecto.

## Discusión y Conclusiones

En base al análisis estadístico realizado de las distintas muestras consideradas se obtuvieron los pesos totales de los distintos plásticos desechados por la comunidad tecnológica, utilizando como base el desecho anual.

Concepto	Tipo de Plást.	Kg/año
Bolsas de Supermercado	PEAD	4353.13
Envases de refresco de 2lt	PET	21,286.58
Tapas y aros refresco de 2lt	PP	1290.1
Envases de agua de 1lt	PET	12,082.01
Tapas de botellas de agua de 1lt	PP	790.56
Envases, tapas y aros de leche de 2lt	PEAD	18,387.75

**Tabla 11** Resultados de los pesos totales de los distintos tipos de plástico desechados por la comunidad del ITCH II

Fuente: *Elaboración propia*

Tipo Plástico	Peso anual en kg
PEAD	22,740.83
PP	2,080.66
PET	33,368.59

**Tabla 12** Peso anual de los tres tipos de plásticos desechados por la comunidad del ITCH II

Fuente: *Elaboración propia*

Como se observa en la tabla 11 el peso del plástico que resulto mayor fue el PET, a pesar de que la mayor cantidad de plástico medido en unidades corresponde a las bolsas de supermercado, pero por su bajo peso no tienen tanto impacto como el proveniente del plástico PET.

También se observa en la tabla 12 la suma total correspondiente al peso de los tres tipos de plástico considerados.

Tomando datos del INEGI correspondientes al año 2015 se encontró que el número de hogares en el estado de Chihuahua era de 1033658. (INEGI, 2015)

Tomando en cuenta que la población de la comunidad del Instituto Tecnológico de Chihuahua II es de 3548 personas y suponiendo independencia entre cada una de ellas (no se considera que existan hermanos o familiares dentro de la comunidad, viviendo en el mismo hogar) se relaciona esta cantidad a un número equivalente de hogares. Haciendo un cálculo, suponiendo una proporción directa con los hogares en el estado de Chihuahua encontramos los valores mostrados en la tabla 13.

Tipo Plástico	Peso anual en kg
PEAD	6,625,208.81
PP	606,169.91
PET	9,721,451.52

**Tabla 13** Peso anual de los tres tipos de plástico proyectados a los hogares del Estado de Chihuahua

Fuente: *Elaboración propia*

Este ejercicio de calcular las cantidades de plástico desechado en el estado de Chihuahua, se realizó con la finalidad de encender focos rojos de alerta con respecto a la problemática de contaminación por desechos plásticos que ya se está viviendo, no solo en el estado o en el país sino a nivel mundial, independientemente del error en que se puede incurrir por las consideraciones que se realizaron por cuestión de simplificación de los cálculos.

Como ya se mencionó las bolsas de plástico generalmente no se reciclan, si no que se reutilizan (una sola vez), pero esto no elimina la contaminación generada, únicamente la disminuye, no siendo ésta la mejor solución. El objetivo debe de ser dejar de producir bolsas de plástico.

Con respecto a la contaminación por botellas de plástico la alternativa del reciclaje parecería ser una buena solución, pero el problema es que la mayor parte de las botellas de plástico no se reciclan. (Santoyo, 2014)

Con el presente trabajo se llega a la generación de datos estadísticos sobre los tipos de plástico que se desechan en la comunidad del ITCH II, mismos que pueden ser utilizados en futuros proyectos. Un beneficio adicional de llevar a cabo este tipo de investigaciones con la colaboración de alumnos es que permite el desarrollo de la competencia de investigación en ellos.

El dar a conocer a la comunidad tecnológica las ventajas que se obtienen al disminuir el desecho de materiales plásticos, abre un camino hacia la concientización en beneficio del medio ambiente.

Es urgente crear una cultura ecológica a nivel mundial.

### Recomendaciones

Uno de los países que están implementando medidas que ayuden a disminuir o acabar con la contaminación por bolsas de plástico es España, que se situaba como el mayor fabricante de bolsas no reutilizables en Europa. (Bologna, 2011)

El Gobierno Español aprobó un Real Decreto, a propuesta del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, que obliga a los consumidores a pagar por las bolsas de plástico ligeras a partir del próximo 1° de julio del 2018. Se planea que para 2021, se prohíba de forma total la utilización de las bolsas de plástico. (Atanes, 2016)

Chile es el primer país sudamericano en prohibir las bolsas de plástico.

China entre otros países, ya anunció hace unos 4 años la prohibición absoluta de estas bolsas.

Ciudades como San Francisco ya lo hicieron, así como más de 80 ciudades inglesas.

Otros países como Dinamarca y Suiza han creado un impuesto especial que grava la distribución de estas bolsas (BOLSASECOLOGICAS.COM, 2018).

En México se han aprobado leyes que impulsan la prevención de la contaminación del medio ambiente en algunos estados como Querétaro, Veracruz y Baja California (Durango, 2018)

Estas entidades son las primeras en aprobar una reforma de ley para disminuir el uso de plásticos y popotes como alternativas más amigables con el medio ambiente, a través de la prohibición de entrega y distribución de todo tipo de bolsas de plástico en los diferentes comercios.

La sanción por romper esta iniciativa varía en cada estado; en el caso de Querétaro se aplican multas desde cuatro mil hasta trescientos mil pesos (Durango, 2018).

Otras entidades como Durango, Sonora, Jalisco, Coahuila, Nuevo León y la ciudad de México están llevando a cabo acciones para restringir o prohibir el uso de plásticos y popotes.

Una alternativa más es el reciclado de las bolsas de plástico, ya que el plástico es un material que es capaz de ser repetidamente ablandado mediante la aplicación de calor y luego endurecerse al ser enfriado. Esto requiere todo un proceso de recolección, separación, lavado, fundición, extrusión y corte que puede ser implementado por algunas empresas dedicadas al reciclaje.

También está la propuesta de la utilización de bolsas ecológicas las cuales ya están siendo comercializadas en algunos países, que, aunque no terminan con el problema, ayudan un poco a disminuir la contaminación por bolsas de plástico. Ejemplo de ello es la empresa chilena Solubag (Welle, 2018), la cual creó una bolsa de plástico sin utilizar petróleo que no contamina y se disuelve con agua.

Entre otras alternativas se encuentra la bolsa de maíz, que ofrece la ventaja de un material accesible y que presenta cualidades como la facilidad de adquisición de la materia prima, se desintegran en 180 días aproximadamente. Los bioplásticos de fécula de maíz pueden ser eliminados y degradados directamente por el medio ambiente.

La bolsa de plástico ecológica oxodegradable se trata de una bolsa de plástico tradicional con una sal que hace que se descomponga la materia prima en el medio ambiente. (BOLSASECOLOGICAS.COM, 2018).

Con respecto al uso de las botellas de agua comerciales, otra alternativa sería el dejar de utilizarlas y comenzar a usar botellas fabricadas de otros materiales plásticos de mayor durabilidad y que puedan ser reutilizables, independientemente de la controversia del uso de plásticos con BPA, de vidrio o de acero inoxidable (Santoyo, 2014).

También han surgido proyectos en los cuales se han desarrollado “burbujas de agua” fabricadas con transparente compuesta por extractos de algas marinas y que se puede ingerir o en el peor de los casos se se prefiere tirar, se descompone de forma natural en un mes, por ser un material orgánico. (Palou, 2017)

## Referencias

- Acosta, E. (5 de 11 de 2017). *Miles de millones de bolsas de plástico contaminan México*. Obtenido de Zocalo: [zocalo.com.mx/new\\_site/articulo/7-mil-300-millones-de-bolsas-de-plastico-tiradas-anualmente-en-mexico](http://zocalo.com.mx/new_site/articulo/7-mil-300-millones-de-bolsas-de-plastico-tiradas-anualmente-en-mexico)
- Atanes, M. (7 de Septiembre de 2016). Obtenido de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Blog/12-cosas-que-probablemente-os-abas-sobre-el-p/blog/57441>
- Bolonia, C. (1 de Junio de 2011). *5 países que han prohibido el uso de bolsas de plástico*. Obtenido de LaReserva.com: [www.lareserva.com/home/paises\\_bolsas\\_plastico](http://www.lareserva.com/home/paises_bolsas_plastico)
- BOLSASECOLOGICAS, C. (2018). *Bolsas Plástico Ecológicas*. Obtenido de Bolsas Ecológicas.com: <https://www.bolsasecologicas.com/bolsas-plastico-ecologicas/>
- Bolsec. (2018). *Cuál es la diferencia entre una bolsa de polietileno de baja y alta densidad?* Obtenido de Bolsec.com: [www.bolsec.com/blog-faq-diferencia-entre-una-bolsa-de-baja-densidad-y-alta-densidad.html](http://www.bolsec.com/blog-faq-diferencia-entre-una-bolsa-de-baja-densidad-y-alta-densidad.html)
- Celis, F. (20 de Junio de 2018). Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/esta-es-una-solucion-a-la-inundacion-de-botellas-de-plastico-en-mexico>
- Chenina. (13 de 06 de 2018). *El problema de las bolsas de plástico*. Obtenido de Ecocosas: <https://ecocosas.com/rec/problema-bolsas-de-plastico/>
- Comunidad de Madrid. . (2012). El gas natural, El recorrido de la energía. Comunidad de Madrid, Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, Dirección General de Industria, Energía y Minas. <http://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-gas-natural.pdf>
- DesignRulz. (2012). *designrulz*. Obtenido de <https://www.designrulz.com/product-design/2012/11/45-ideas-of-how-to-recycle-plastic-bottles/>
- Durango, E. S. (4 de Septiembre de 2018). *Estos estados ya prohibieron usar bolsas de plástico y popotes*. Obtenido de El siglo de Durango: <https://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/989980.estos-estados-ya-prohibieron-usar-bolsas-de-plastico-y-popotes.html>
- ECOGESTOS. (2018). *¿Cuánto contamina una bolsa de plástico?* Obtenido de ECOGESTOS: <https://www.ecogestos.com/cuanto-contamina-una-bolsa-de-plastico/>
- Ecológico, M. A. (mayo de 2001). *Los Tipos de Plástico y Cómo Reconocerlos*. Obtenido de Ambiente Ecológico: [www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2001/079\\_06.2001/079\\_InfoGral14.php3](http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2001/079_06.2001/079_InfoGral14.php3)
- Esther. (17 de Octubre de 2018). *La Clasificación de los Plásticos*. Obtenido de EL BLOGVERDE.COM: <https://elblogverde.com/clasificacion-plasticos/>
- Esther. (25 de 10 de 2018). *Reciclaje Bolsas de Plástico*. Obtenido de Erenovable.com: <https://erenovable.com/reciclaje-de-bolsas-de-plastico/amp/>
- INEGI. (2015). *Viviendas*. Obtenido de Cuentame...información por entidad: [cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/poblacion/vivienda.aspx?tema=me&e=08](http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/poblacion/vivienda.aspx?tema=me&e=08)
- Ortíz, M. (27 de mayo de 2013). *El impacto de los plásticos en el ambiente*. Obtenido de La Jornada Ecológica: <http://www.jornada.com.mx/2013/05/27/eco-f.html>
- Palou, N. (13 de Abril de 2017). *Economía Digital*. Obtenido de <https://www.microsiervos.com/archivo/ecologia/burbuja-agua-puede-comer-sustituir-botellas-plastico.html>
- PetStar. (31 de 1 de 2018). Obtenido de <https://www.coca-colamexico.com.mx/historias/conoce-mas-acerca-de-la-planta-de-reciclaje-petstar>
- Richterová, V. (s.f.). Obtenido de <http://www.veronikarichterova.com/en/pet-2>

Ruggeri, P. (28 de Enero de 2013). *¿QUÉ ES EL PET Y COMO SE RECICLA?* Obtenido de Espacio Sustentable: [espaciosustentable.com/que-es-el-pet-y-como-se-recicla/](http://espaciosustentable.com/que-es-el-pet-y-como-se-recicla/)

Santoyo, B. (4 de abril de 2014). *NUEVAMUJER*. Obtenido de <https://www.nuevawmujer.com/bienestar/2014/04/04/las-mejores-alternativas-para-sustituir-la-clasica-botella-de-agua.html>

Welle, D. (10 de Agosto de 2018). *Se acerca el principio del fin de las bolsas plásticas*. Obtenido de EL NUEVO DIA.COM: <https://www.elnuevodia.com/ciencia/ciencia/nota/seacercaelprincipiodelfindelasbolsasplasticas-2440536/>

wiltz, j. (01 de 02 de 2018). *Datos sobre la contaminación producida por las bolsas de plástico*. Obtenido de Geniolandia: <https://www.geniolandia.com/13097500/datos-sobre-la-contaminacion-producida-por-las-bolsas-de-plastico>