

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA NACIONAL DE MÉXICO



FACULTAD DE ECONOMÍA



EL RECICLAJE EN MÉXICO USOS Y BENEFICIOS. Caso:
Fabricación de textiles hechos con PET reciclado.

TESIS

Para obtener el grado de Licenciada en Economía

P R E S E N T A:

NADIA ODETTE VILLEGAS DELGADO

Directora de tesis: Dra. Irma Portos Pérez

México D.F. Abril 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

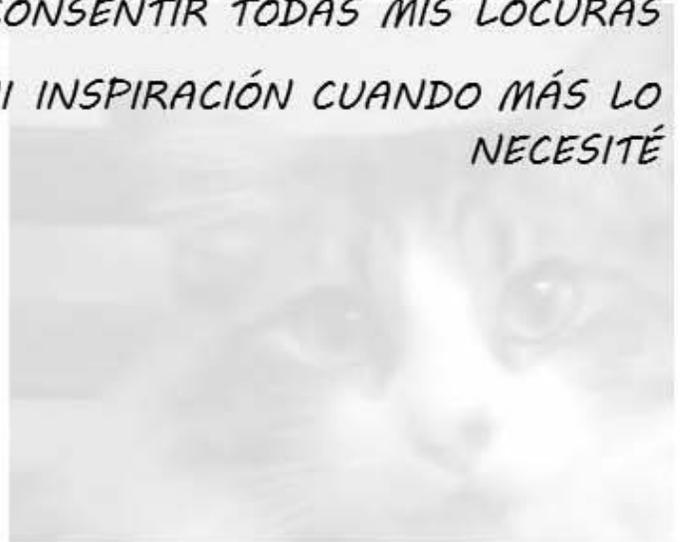
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DEDICATORIAS



*A MI MAMÁ POR CONSENTIR TODAS MIS LOCURAS
A JORGE POR SER MI INSPIRACIÓN CUANDO MÁS LO
NECESITÉ*



AGRADECIMIENTOS

A mí querido hermano por su ejemplo, cariño y ayuda que me ha brindado desde que nació.

A mis padres por su amor incondicional y apoyo para alcanzar esta meta. Gracias a mis abuelos y todos mis tíos, que siempre han querido lo mejor para mí y todos mis primos.

A Jorge por impulsarme a terminar este proyecto, y su ayuda absoluta durante el proceso.

A Mi Asesora La Dra. Irma Portos Pérez

Y Los Sinodales:

Mtro. Bernardo Olmedo Carranza

Mtra. Eréndira Corral Zavala

Mtra. Georgina Guerrero Gutiérrez

Dra. María Luisa Gonzáles Marín

Por su paciencia y gran apoyo en la elaboración de esta tesis.

A Rebeca Antonio propietaria de ECOAID por brindarme información de sus productos.

Esta investigación fue realizada al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM ID300112 "Importancia de los salarios (costo de la mano de obra) en la producción automotriz como elemento dinamizador de la crisis económica". Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

CONTENIDO	
PRESENTACIÓN	6
Justificación	6
Objetivos	9
Preguntas de Investigación.....	10
Planteamiento Del Problema	10
Hipótesis.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
MARCO TEÓRICO.....	12
MARCO HISTÓRICO	29
1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CONTAMINACIÓN Y LOS RESIDUOS	32
1.1 Concepto Descartable	32
1.2 Generación y Manejo de los Residuos Sólidos	35
1.2.1 Residuos Plásticos	41
2. CONSIDERACIONES SOBRE EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA	43
2.1 Reciclaje	43
2.1.1 Reciclaje de PET. Tipos y Procesos.....	44
2.1.1.1 PET (por sus siglas en inglés, Polietileno Tereftalato)	44
2.1.1.2 Tipos y Procesos	45
2.2 Importancia Económica Del Reciclado De Plástico	51
2.2.1 Consumo de Agua Embotellada	54
2.2.2 Consumo de PET	58
3. LOS TEXTILES FABRICADOS CON PET RECICLADO Y SUS PERSPECTIVAS COMO NEGOCIO.....	66
3.1 El Proceso de Obtención de Textiles Desde el Reciclado de PET	66
3.2 Beneficios al Medio Ambiente	67
3.2.1 La Importancia de la Huella Hídrica	69
3.3 El Negocio de Textiles Fabricados con PET Reciclado	80
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
GLOSARIO DE TÉRMINOS:.....	95
ANEXOS	98

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Generación de RSU por tipo de localidad 2011.....	38
Gráfica 2. Composición de los RSU México 2011.....	42
Gráfica 5. Producción de PET Volumen Total (miles de piezas).....	62
Gráfica 6. Valor de PET Volumen Total (miles de pesos).....	63
Gráfica 7. Fabricación botellas de plástico por tipo, volumen (miles de piezas)....	64
Gráfica 8. Fabricación botellas de plástico por tipo, valor (miles de pesos).....	65
Gráfica 9. Superficie Sembrada.....	76
Gráfica 10. Producción Algodón hueso (ton).....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de agua.....	26
Tabla 2. La Huella Hídrica (HH) se mide:.....	27
Tabla 3. PET reciclado, procedencia, aplicación y proceso.....	50
Tabla 4. Consumo y tasa de crecimiento anual por país.....	54
Tabla 5. Consumo y tasa de crecimiento anual por país.....	55
Tabla 6. Mercado Mundial del Agua Embotellada.....	56
Tabla 7. Precios de Compra del PET Post-consumo.....	59
Tabla 8. Ganancias Recaudadas por Acopio de PET.....	59
Tabla 9. Estimado de ganancias si se recolectara el 100% del PET.....	60
Tabla 10. Estimado de pérdidas por no recolectar el 100% del PET.....	61
Tabla 11. Aumento de la producción y valor de envases de PET.....	62
Tabla 12. Producción de Frascos, Botellas y Botellones, volumen.....	63
Tabla 13. Producción de Frascos, Botellas y Botellones, valor.....	64
Tabla 14. Ahorro de petróleo, con reciclado de PET post-consumo.....	68
Tabla 15. Los diez cultivos con más hectáreas destinadas a su sembradío.....	75
Tabla 16. Producción de Algodón toneladas.....	77
Tabla 17. Agua Virtual de la producción de Algodón en México.....	77
Tabla 18. Estimado de litros usados en varios productos, manufacturados con PET reciclado.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Separación Primaria de Residuos	15
Figura 2. Separación Secundaria de Residuos	15
Figura 3. Clasificación de plásticos	23
Figura 4. El Ciclo Minerales-Materiales	34
Figura 5. Jerarquía del manejo de los residuos.....	35
Figura 6. Generación De RSU Por Región 2011	37
Figura 7. Generación De RSU Por Entidad Federativa 2011	37
Figura 8. Clasificación de los métodos de tratamiento de los residuos sólidos. Fuente: SEMARNAT 2011	40
Figura 10. Huella Hídrica de Producción en México.....	72
Figura 11. Contenido virtual de agua promedio de algunos productos	74
Figura 12. Huella hídrica de algodón.....	74

PRESENTACIÓN

Justificación

- ✓ Incremento del consumo de agua embotellada

En el reporte de Beverage Marketing Corporation (2010), se indica que México ocupó el primer lugar en consumo de agua embotellada (64.3 galones per cápita) 234 litros al año por persona, con una tasa de crecimiento anual del 7%. De acuerdo con el INEGI (2013), el 73% de los hogares mexicanos, compra agua en garrafón o botella. El Poder del Consumidor¹ (2010), menciona que aproximadamente las familias hacen un gasto al año de \$1,800 en agua embotellada.

Una de las causas por las que ha aumentado el consumo del agua embotellada es el incremento de la población, sumado a la desconfianza generalizada de la población por el uso de las redes públicas de agua, situación que las empresas destinadas a la producción del producto aprovechan para su beneficio.

Hay que mencionar, además el desecho masivo de PET grado de botella, en el 2009 se estima que fueron desechadas más de 7 mil 800 millones de botellas de PET para agua embotellada, que equivalen a más de 21.3 millones por día (El Poder del Consumidor, 2010).

La mayoría de los plásticos no pueden ser degradados por el entorno, por tanto, cuando los residuos plásticos se desechan, terminan acumulándose en los rellenos sanitarios o en lugares no adecuados para estos, como tiraderos, mares, lagos etc., debido al mal manejo de los residuos. Por otra parte, dado que tienen baja relación masa/volumen, es decir, que pesan menos del espacio que ocupan, los plásticos terminan saturando los rellenos sanitarios, “lo que a la larga lleva a buscar sitios de disposición cada vez más alejados de los puntos de generación,

¹ Asociación civil sin fines de lucro que trabaja en defensa de los derechos del consumidor. Las actividades de la organización incluyen el estudio de productos, servicios y de políticas públicas, la vigilancia del desempeño de las empresas, la identificación de opciones favorables para los consumidores y la denuncia de las prácticas que afectan los derechos.

aumentando el costo del manejo de los residuos” (Vázquez, Espinosa, Beltrán y Velasco, s.f.).

✓ *El cuidado del medio ambiente es importante*

En cuanto a la situación actual de la sociedad, o mejor dicho en el mundo, sobre la imparable devastación ambiental, habría que mencionar los impactos negativos presentes hoy en día para la raza humana, tales como pobreza, enfermedades tanto físicas como psicológicas, escasez de recursos naturales (agua, cultivos, minerales etc.), es decir, una disminución de la calidad de vida.

Hablando específicamente de México, son diversos los impactos negativos de la devastación ambiental; Greenpeace (2006) en el reporte La destrucción de México menciona que:

Los recursos renovables se están agotando: el agua dulce es poca y en muchos casos contaminada, la cubierta forestal está fuertemente degradada, la desertificación² avanza rápidamente, la desaparición de especies no tiene precedente, la diversidad de cultivos se está reduciendo, al tiempo que toda clase de partículas tóxicas se encuentran en nuestro organismo, en el agua, aire, el mar, los campos. Además el cambio climático se hace realidad”.

Por todo lo anteriormente mencionado, es necesario poner más atención a los problemas que aquejan al medio ambiente. Nuestras acciones en la actualidad perjudicarán a generaciones futuras, sin embargo, hay algo más alarmante que eso, las generaciones presentes están siendo afectadas, la devastación ambiental avanza tan rápidamente, que todos los efectos nocivos que trae consigo están cada vez más cerca de nosotros.

² Consiste en una degradación persistente de los ecosistemas de tierras secas, producida por las variaciones climáticas y la actividad del hombre.

Para un mejor cuidado del medio ambiente es necesario promover un desarrollo sostenible de la sociedad, y así crear condiciones de bienestar a largo plazo para la humanidad.

De acuerdo con el Informe de la Comisión de Brundtland (1987) Desarrollo Sostenible se define como: la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

- ✓ *Aminorar la “devastación” de la industria textil. Ejemplo de devastación ambiental de este tipo de industria, son los sembradíos de algodón utilizados para fabricar textiles, debido a las grandes cantidades de agua que utiliza el cultivo, además de la contaminación del recurso en el proceso de producción de los productos de algodón*

La industria Textil como cualquier otra trae consigo una degradación ambiental, a causa de la extracción de recursos naturales que requiere, así como la contaminación correspondiente a sus procesos de producción. Como ejemplo de ello se examinará lo concerniente a los sembradíos de algodón, pues es uno de los insumos más importantes por la industria textil, además que se encuentra dentro de los cinco insumos más usados en el país.

Un problema fundamental del algodón es que necesita demasiada agua y por lo mismo es uno de los cultivos más irrigados. Además de consumir tal cantidad de este recurso valioso para la supervivencia humana, contamina el agua con los productos usados en el procesos de producción, tales como lejía o cloro para blanquear las prendas de algodón (Leonard, A., 2010).

“Con una creciente escasez mundial de agua que causa enormes impactos en la salud pública, este escenario es injusto de cabo a rabo y constituye una razón suficiente para hacer una pausa antes de agregar otra camiseta de algodón a nuestros ya repletos armarios” (Leonard, A., 2010).

Es importante cuidar el agua potable, pues es una mínima parte del total disponible en el planeta. El 98% del agua es salada y no se puede utilizar, para beber, ni en riego o en los procesos industriales, por lo que la mejor opción es procurar no contaminarla, ya que el porcentaje de agua dulce es menor, además de aplicar procesos de producción que favorezcan a la disminución de utilización de esta.

- ✓ *Porque es uno de los negocios del “futuro”, sacar provecho de los residuos convirtiéndolos en bienes de consumo*

Se conoce poco acerca de este creciente negocio, que no es precisamente nuevo, sin embargo si poco explorado, el reciclaje no solo ayuda al medio ambiente sino que provee de materias primas que anteriormente fueron extraídas de la naturaleza y procesadas para el consumo humano, dos procesos que agravan la crisis ambiental.

El negocio de convertir los residuos en materias primas, ayuda a la generación de nuevos empleos ya que es una cadena que beneficia desde recolectores, compradores fijos, vendedores ocasionales, transportadoras y empresas recicladoras, por lo tanto, con este negocio se obtienen nuevos ingresos (anónimo, Julio 2012), y todo ello proviene de lo que las personas desechan, ya sea en sus casas, escuelas, trabajos etc.

Objetivos

Generales

- ☛ Dar a conocer cómo se pueden combinar la industria textil y del reciclaje, para crear un beneficio a la sociedad mexicana, además de promover el cuidado del medio ambiente en México.

Particulares

- ☛ Crear conciencia de la importancia del reciclaje y no solo para crear un negocio, sino también para contribuir con el cuidado del medio ambiente.

- ✓ Demostrar con el presente trabajo que el reciclaje de botellas de PET puede ser un negocio viable para generar ingresos y al mismo tiempo contribuir a la conservación del medio ambiente.

Preguntas de Investigación

- ✓ ¿Cuál es el problema de concebir a los objetos como descartables?
- ✓ ¿Cuáles son los impactos ambientales de la creciente demanda del agua embotellada?
- ✓ ¿Los textiles fabricados con PET reciclado contribuyen a la reducción de la contaminación ambiental por parte de la industria textil?
- ✓ ¿Cuáles son los beneficios para el medio ambiente, si se obtienen productos textiles con el reciclaje de PET?

Planteamiento Del Problema

Con el incremento de la población, creció en los últimos años el consumo de agua embotellada, además de problemas para el manejo de los residuos, ya que los envases tardan años en degradarse, por lo que terminan por acumularse en los sitios donde son dispuestas.

Por otra parte, la industria textil es generadora de contaminación ambiental por los diferentes componentes que necesita y que extrae de la naturaleza, el proceso de obtención de textiles con PET grado de botella reciclado, ayudaría a disminuir una parte de la devastación ambiental causada por dicha industria, pues se recicla y reutiliza las botellas de PET, convirtiéndolas en una nueva materia prima para dicha industria.

Hipótesis

Aprovechando el aumento del consumo de agua embotellada y que las botellas de plástico son vistas como descartables, el reciclaje del PET grado de botella, es una nueva fuente de materias primas para la industria textil, que ayuda a reducir una parte de la devastación ambiental causada por ambas industrias.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo describirá la importancia de los productos elaborados con PET reciclado.

Esta investigación es presentada en tres capítulos, al comienzo se enfoca en los residuos, para posteriormente explicar la importancia del reciclaje en general y por ultimo señalar con más detalle la fabricación de textiles con PET reciclado.

En primer lugar, fue necesario abordar el tema de los residuos, lo concerniente a su generación y manejo, además de algunos aspectos sobre los impactos que provocan en el ambiente. Con todo lo que la sociedad consume, sólo una mínima parte de los residuos se reintegran de manera amigable al medio ambiente, los restantes modifican o degradan a la naturaleza.

En el segundo capítulo se desarrolla un tema fundamental para la comprensión del presente trabajo, es decir, el reciclaje del PET. En este apartado se describirá que es el reciclaje y la importancia para los residuos plásticos. Se presentará información sobre el PET, en cuanto a los distintos procesos de su reciclado.

Otro tema que se consideró en el capítulo II, fue el consumo de agua embotellada, ya que es una de las razones del aumento de los residuos plásticos. Para finalizar este apartado se hace un análisis del consumo del PET en México, pues como se explicará más adelante el PET no se refiere solo a las botellas para agua bebible.

En el capítulo III se explica parte del tema central, por tanto, se describe con detalle como es el proceso para elaborar textiles con PET reciclado, para posteriormente revisar cuales son los beneficios que este negocio puede traer para el medio ambiente.

Teniendo en cuenta el anterior apartado, se explicará que consiste el negocio de textiles producidos con PET reciclado, basándose la investigación en testimonios de algunas empresas que ya han puesto en práctica este tipo de comercio.

MARCO TEÓRICO

Es importante aclarar en la presente investigación que son los residuos, pues se considera tema fundamental y la base del trabajo, ya que no se puede continuar con el argumento del reciclaje sin mencionar los residuos.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003), residuo es: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la Ley de Residuos.

Otro concepto que se usa en el tema de la contaminación es el de la basura, que muchas veces se utiliza como sinónimo de desecho o residuo, sin embargo también tiene un significado diferente de estos. En un estudio de evaluación de tecnologías alternativas o complementarias para el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, se dice que residuos son los desechos que se generan durante las actividades diarias a partir del uso o consumo de diversos productos, “mientras que el término basura, es la mezcla de todos esos residuos en un mismo lugar (Orta, M., 2009).

Por otra parte, la Ley de Residuos (LGPGIR) menciona que el reciclado es: transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas a sus elementos (N° 212, 2003).

Con respecto al desarrollo sustentable la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988) se refieren a este como: el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del

ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se revelan las siguientes definiciones:

- ✓ Ambiente: es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- ✓ Aprovechamiento sustentable: la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
- ✓ Contaminación: la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- ✓ Contaminante: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- ✓ Contingencia ambiental: situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.
- ✓ Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- ✓ Material peligroso: elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas.
- ✓ Recurso natural: el elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

- ✓ Residuo es: cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- ✓ Residuo peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se exponen las siguientes definiciones:

- ✓ Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población ya los ecosistemas y sus elementos.
- ✓ Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.
- ✓ Generador: persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.
- ✓ Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetro ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirolisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

- ✓ Separación Primaria: Acción de segregar³ los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de la Ley.



Figura 1. Separación Primaria de Residuos

Fuente: SEMARNAT. Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos

- ✓ Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de la Ley.



Figura 2. Separación Secundaria de Residuos

Fuente: SEMARNAT. Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos

Desarrollo Sostenible

Es muy importante para la problemática ambiental, mencionar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, que tuvo lugar en Estocolmo en 1972, ya que “sentó las bases para la progresiva formación de una conciencia ambiental y la creación de organismos nacionales específicos en numerosos países” (Jankilevich S., 2003).

³ Se entiende por segregar, la acción de separar los diferentes tipos de residuos en el momento de la generación para que estos no se mezclen y se conviertan en “basura” (Ma. Teresa O. V. 2009)

Habría que mencionar también, que a partir de esta conferencia, se hicieron evidentes las diferencias sobre la degradación ambiental de países desarrollados y subdesarrollados, ya que los problemas ambientales no son del mismo tipo e intensidad, pues en unos se debe a la industrialización y la sociedad de consumo y en los restantes proviene de la pobreza.

En el momento que se suscitó la Conferencia de Estocolmo, el pensamiento predominante era en torno a la discusión entre: el crecimiento económico que debía darse en los países desarrollados con el fin de superar la pobreza y la preservación ambiental, sin embargo, se pensaba que el crecimiento de estos traería consigo problemas ambientales, debido a la degradación ambiental ya manifestada en los países desarrollados. En este contexto, los resultados de la Conferencia se concentraron en “la necesidad de encontrar soluciones al avance de los problemas ambientales, poniendo de manifiesto la dificultad de sortear las contradicciones existentes entre la necesidad de crecimiento económico y la preservación del ambiente” (Jankilevich S., 2003).

En el informe titulado “Nuestro futuro común” de 1987, fue descrito el concepto de Desarrollo Sostenible como: “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” (ONU, s.f.). El desarrollo Sostenible consta de tres pilares: desarrollo económico, desarrollo social y la protección del medio ambiente, los cuales deben lograrse de manera equilibrada.

Cinco años más tarde, se celebra la Cumbre de la Tierra conocida como “Río ‘92”, en la cual los líderes mundiales discutieron como poner en práctica el desarrollo sostenible con el Programa 21, el cual contiene planes de acción, para lograr este en los planos nacional, regional e internacional (ONU, s.f.).

En esta declaración se presentan 27 principios, en los cuales se explica la integración del ambiente y su protección, como un aspecto central del desarrollo. Además, se adoptaron importantes instrumentos internacionales con “fuerza

jurídica obligatoria”, como la Convención Marco sobre Diversidad Biológica y la Convención Marco sobre Cambio Climático (Jankilevich S., 2003).

En la conferencia de “Río ‘92”, se crea el Fondo Mundial para el Ambiente Mundial (FMAM), con la finalidad de reflejar la responsabilidad de los países desarrollados por su “deuda ecológica”, es decir, que se les considere deudores por el daño infligido al ambiente mundial, debido a esto, se les reclamo una compensación por aminorar las posibilidades de desarrollo de aquellos países que no se encontraban en esa condición.

En el informe de Desarrollo Humano del 2011 a cargo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se revisan los conceptos de sostenibilidad ambiental y equidad, y mencionan cuales son los argumentos para considerarlos de manera conjunta. “Valoramos la sostenibilidad porque las generaciones futuras deberían tener al menos las mismas posibilidades que las actuales. De igual modo, todos los procesos que no son equitativos son injustos”.

Para aterrizar mejor la idea sobre el desarrollo sostenible, es necesario describir las consideraciones sobre el desarrollo humano, el cual tiene que ver con la expansión de las libertades y las capacidades, es decir, nociones que son más amplias que la de las necesidades básicas. En otras palabras, para llevar una “buena vida” se requieren ampliar las opciones, tener fines, que sean valiosos en sí mismos o como medios. “Por ejemplo, podemos valorar la biodiversidad, o la belleza natural, independientemente de si aportan o no a nuestro nivel de vida” (PNUD, 2011).

Por otra parte, en el informe se señala que el debate sobre el significado de la sostenibilidad ambiental se centra en esclarecer, si el capital fabricado por los seres humanos puede reemplazar los recursos naturales. Claro que este hecho se desconoce, y por lo mismo se prefiere preservar los bienes de la naturaleza básicos y el flujo de servicios ecológicos asociados.

“El desarrollo sostenible implica la expansión de las libertades fundamentales de las actuales generaciones mientras realizamos esfuerzos razonables para evitar el

riesgo de comprometer gravemente las libertades de las futuras generaciones” (PNUD, 2011).

En el 2002 se organizó nuevamente una Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable en Johannesburgo, conocida también como “Río + 10”. Tuvo como finalidad reforzar los compromisos que se asumieron en la Cumbre de la Tierra, con el objetivo de frenar el deterioro ambiental, además de mejorar el nivel de vida de los más desfavorecidos.

Al tema central, que fue avanzar hacia un Desarrollo Sostenible, pero con un enfoque hacia la erradicación de la pobreza. A los distintos temas como: diversidad biológica, cambio climático, recursos hídricos, contaminación, energía y agricultura, se les agregó aspectos sociales referentes a educación, salud y pobreza.

Economía Verde

I. Economía Verde y desarrollo sostenible

Economía verde o sustentable lo define el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como “un sistema de actividades económicas relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios que resulta en mejoras del bienestar humano en el largo plazo, sin, al mismo tiempo, exponer a las generaciones futuras a riesgos ambientales y escasez ecológicas significativas” (Serrano y Martín, 2011).

“Un verdadero modelo de economía verde no puede seguir basado en el crecimiento económico como un fin último del mismo, ni en las asignaciones de valor monetario al medio ambiente”. Puesto que el sistema económico mundial en la actualidad se sustenta en la explotación de los recursos naturales, ha provocado la aparición de graves problemas ambientales además de generar una fuerte concentración de la riqueza en los países del norte denominados como desarrollados, estos mismos a su vez provocan una situación de pobreza a su

contraparte los países del sur o periféricos conocidos también como subdesarrollados (Serrano y Martín, 2011).

Los problemas medioambientales ocasionados por este sistema de producción afectarán a generaciones futuras sin mencionar a las generaciones actuales que ya sufren las dificultades que ha ido ocasionando dicho sistema.

El programa PNUMA con la finalidad de acabar con los problemas anteriormente mencionados (concentración de riqueza y pobreza) ha puesto en marcha las bases para un nuevo modelo, es decir, a una Economía Verde, este concepto fue introducido por Perce, Markandya y Babier en su libro “Blueprint for a Green Economy” , en el cual desarrollan algunas de las políticas que serían necesarias para alcanzar el desarrollo sostenible el cual se define como el “desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras” (Serrano y Martín, 2011).

El concepto de economía verde renació en el 2009 ya que el PNUMA le encargó a Edward Barbier un trabajo de investigación titulado Global Green New Deal, el cual fue redactado teniendo en cuenta las opiniones de varios organismos internacionales gubernamentales y de la sociedad civil.

El nuevo acuerdo “verde global” no es una alternativa al concepto de desarrollo sostenible, sino más bien la intención de PNUMA es que sea desarrollo del mismo, puesto que debe incluir sus tres dimensiones: económica, social y ambiental; su rol por lo tanto es convertirse en el instrumento que facilite salir de las diferentes crisis con las que actualmente se enfrenta la humanidad.

Si se llega a implementar un modelo global de Economía Verde se tendrán que desarrollar incentivos económicos y medidas políticas a gran escala para poder apoyar los cambios necesarios en la matriz productiva de los estados. Según el PNUMA algunas de las inversiones verdes a incentivar son: tecnologías de energía renovable, eficiencia energética (tanto en edificios de nueva construcción como en los ya existentes), transportes sostenibles y un sector agrícola sostenible.

II. Implicaciones críticas del concepto de Economía Verde para el desarrollo sostenible

“La *iniciativa verde* promovida por el PNUMA propone un *nuevo paradigma económico* por el cual la economía debe estar dominada y dirigida por la demanda y oferta de productos y servicios amigables, que mejoran el medio ambiente” (PNUMA, 2009). Para favorecer los sectores más respetuosos con el medio ambiente, cabría considerar al menos tres alternativas proactivas por parte del sector público global:

1. Privilegiar a los sectores más “verdes” mediante subvenciones o incentivos fiscales, de modo que las inversiones privadas sean dirigidas a éstos;
2. Establecer normas que prohíben el ejercicio de determinadas prácticas o actividades dañinas con el medio ambiente;
3. Aprobar un marco regulador para determinados instrumentos de mercado que ayuden a la conservación del medio natural, entre los que destacan los impuestos y los derechos de emisión. En el caso de México los instrumentos económicos de política ambiental que han sido propuestos son (Pérez J., 2010):
 - ✓ Créditos preferenciales y beneficios fiscales para actividades sustentables⁴.
 - ✓ Programa de fomento para actividades sustentables (PROFASUS)⁵.
 - ✓ Fideicomiso para actividades sustentables (FIPASUS)⁶.
4. Supresión de los denominados subsidios perversos, dentro de los que destacan las subvenciones a los recursos energéticos fósiles, que abaratan y estimulan fuertemente su consumo

⁴ Son créditos preferenciales a bajas tasas de interés para aquellas empresas que estén destinadas a actividades de protección al medio ambiente y a la disminución de la contaminación.

⁵ Este programa otorgará una ayuda económica a las actividades productivas que generen un mayor beneficio ambiental

⁶ Este fideicomiso tiene como función financiar instituciones de investigación que elaboren productos de consumo final o intermedio que se degraden con mayor rapidez.

En cuanto a la utilización de los instrumentos de mercado, considera que las “externalidades⁷” pueden ser corregidas por el mercado si se les otorga un valor económico, igual que en la economía ambiental⁸. Otro instrumento que propone la economía ambiental son los llamados *impuestos pigouvianos* los cuales dan un valor monetario al daño ambiental que produce una “externalidad” además calcula el “nivel óptimo de contaminación” que permite a la empresa maximizar sus beneficios privados sin –supuestamente- perjudicar al resto de la sociedad (Serrano y Martín, 2011).

Pero estas propuestas de la economía ambiental en cuanto a los instrumentos de mercado no son suficientes, ya que no se tienen en cuenta las cargas críticas (critical loads), se definen como el nivel máximo de contaminación o daño ambiental que un determinado ecosistema puede absorber sin ver comprometida su supervivencia futura. Si solo se consideran estos instrumentos bajo el supuesto de la economía ambiental, que establece los impuestos atendiendo solamente al mercado, no será suficiente para poner fin al grave deterioro ambiental en el que se encuentra la sociedad.

Existe una irregularidad con la propuesta del PNUMA en cuanto al concepto de Economía Verde, ya que no es correcto que se piense en un crecimiento económico infinito pues se tiene que considerar los límites físicos de la Tierra, aunque el PNUMA si considera en algún momento que se debe dar prioridad a la sustentabilidad ambiental y a la equidad social, a su vez habla de un crecimiento económico como medio para alcanzar esos objetivos. Sin embargo sostiene que con su modelo económico verde, habrá un mayor crecimiento en el mediano y largo plazo, si se invierte en los sectores verdes, a diferencia de si se mantiene el modelo actual.

⁷ La economía ambiental denomina como externalidades a las interacciones que las actividades de producción y consumo tienen sobre el medio ambiente.

⁸ La economía ambiental, se caracteriza por la extensión de los mecanismos y conceptos del mercado al mundo natural. Se trata de dar un valor crematístico al patrimonio natural escaso y a los problemas derivados de la contaminación.

“Sin embargo, aunque se reconoce que basar la actividad productiva en sectores más sostenibles ayudará a reducir la velocidad de la intensificación de los problemas ambientales planetarios, no cabe esperar la resolución de los mismos si el patrón económico sigue basado en la acumulación y en un supuesto crecimiento económico infinito” (Serrano y Martín, 2011).

Georgescu-Roegen⁹ habla de cómo superar el problema anteriormente mencionado, el propone que se traduzca la producción económica a términos físicos, para tener más en cuenta la capacidad finita de los recursos de la Tierra y su capacidad finita de asimilación de los desechos de la actividad humana.

Reciclaje de Plástico

En el proceso de reciclaje de plásticos, es de vital importancia la separación de estos en cuanto al grupo que pertenecen, ya que si diferentes tipos de resinas se encuentran mezclados, el proceso de reciclado por lo general no es factible. Esto aunado a la presencia de contaminantes debido a su uso, las etiquetas que tienen y otros materiales con los que pudieran estar integrados.

Algo a considerar para el reciclaje del plástico es, el número con el que la mayoría de las botellas de plástico son marcadas dentro del símbolo de reciclaje, pues se refiere a la clasificación a la que pertenecen de acuerdo a la resina utilizada en estas para su fabricación, se ha tomado esta medida para que sea más fácil la clasificación de los plásticos, pues existe una gran variedad de ellos, lo que permite una mejor forma de reciclaje.

Existen siete clases de plásticos a continuación se presentarán los símbolos que se pueden encontrar en los distintos productos elaborados con plástico:

1. Polietileno Tereftalato PET
2. Polietileno alta densidad PEAD
3. Cloruro de Polivinilo PVC

⁹ Nicholas Georgescu-Roegen fue un matemático rumano, estadístico y economista, mejor conocido por su obra de 1970/1971 La ley de la entropía y el proceso económico, en el cual se establecía la visión de que la segunda ley de la termodinámica gobierna los procesos económicos.

4. Polietileno baja densidad PEBD
5. Polipropileno PP
6. Poliestireno PS
7. Otros plásticos

Todos estos plásticos anteriormente mencionados se pueden encontrar en diferentes productos que se usan en la vida diaria tales como: vasos desechables (PS), recipientes de aceite, detergentes, champú etc. (PVC), bolsas de plástico (PEBD), envases de refresco (PET), plástico de vivero (PEAD), bobinas y cuerdas para amarrar (PP).



Figura 3. Clasificación de plásticos

Fuente: plasticoreciclar.blogspot.mx

Una de las acciones que facilita el reciclado es la separación de los plásticos, y de acuerdo con su diferente solubilidad en disolventes orgánicos a distintas temperaturas, pueden ser termorrígidos o termoplásticos, los primeros se refieren a que no pueden ser fundidos y moldeados de nuevo, con este material se opta por reducirlos a polvo y que sirvan de relleno en construcciones, los segundos reblandecen al calor, ya que están compuestos por cadenas lineales y ramificadas, posteriormente pueden ser moldeados para obtener nuevos objetos.

Esta propiedad es muy importante para el reciclaje, pues se recuperan los materiales para volver a utilizarlos, mediante procesos físicos simples, como el calentamiento.

Aproximadamente el 80% de los plásticos son termoplásticos, es por ello que puede afirmarse que la mayoría son candidatos para reciclarse, estos a su vez se dividen en:

- Commodities. Son plásticos de bajo costo que se producen en grandes volúmenes, por lo que son ampliamente empleados en aplicaciones de vida útil corta. En este grupo se incluyen a los polietilenos (PE), polipropileno (PP), poli cloruro de vinilo (PVC), poli estireno (PS), polietileno Tereftalato (PET) y sus copolímeros, estos son la proporción principal de los plásticos reciclados (Vázquez, Espinosa, Beltrán y Velasco, s.f.).
- Plásticos de ingeniería: tienen mejores propiedades mecánicas, resistencia al calor y al impacto. El costo de estos por lo general es de 2 a 20 veces mayor al de los commodities, por lo que su vida útil se calcula en al menos tres años. El reciclaje de este tipo de plásticos es complejo, pues por lo general se encuentran mezclados con otros materiales, por lo que requieren varias etapas previas de separación (Vázquez et al, s.f.).

La manera más fácil de separar los plásticos para que posteriormente puedan ser reciclados, es la que se hace desde la fuente, es decir, el usuario mismo antes de desechar los residuos separa estos. Con la separación se evita que los plásticos se mezclen y contaminen con otros materiales.

Sin embargo, si los plásticos no fueron separados desde el usuario, y se encuentran mezclados con otros materiales reciclables o con el resto de los residuos, se acude a una planta de separación.

Luego de quedar solamente los residuos plásticos, a su vez estos pueden separarse por distintos métodos:

- Separación manual
- Separación por densidad. Puede utilizarse para separarlos, un tanque que tenga un líquido con una densidad específica. Este método es muy eficiente cuando se quiere separar botellas de PET de sus tapas de polipropileno.
- Separación por medio ópticos. Es posible distinguirlos a través de sistemas que combinan la emisión de una señal que llega a los plásticos, un conjunto de sensores que registra la respuesta de los mismos y emite una señal a un control computarizado, y actuadores neumáticos o disparos de aire que se activan en respuesta a esa señal, para separar los plásticos (Vázquez et al, s.f.)

Ya que se encuentran separados los residuos plásticos en termorrígidos o termoplásticos, se procede a reciclarlos, manteniendo la estructura del polímero si se recicla de forma mecánica, o degradando la estructura de este en productos de baja masa molecular por medio del reciclado de manera química.

Huella Hídrica

Es un indicador de toda el agua que se utiliza para vida diaria; la que se usa para producir comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que se contamina a través de esos mismos procesos. Este concepto permite conocer el volumen de agua que se aprovecha, ya sea un individuo, un grupo de personas o consumidores, una región, país o la humanidad en su conjunto.

También puede llegar a ser una herramienta para mejorar la planeación del manejo del agua, cuando se añada a los demás indicadores que ya existen, ofrezca una visión más integral del impacto que tiene la población sobre el medio ambiente.

Se pretende con este concepto generar conciencia sobre el esfuerzo hídrico que genera nuestro estilo de vida, pues permite conocer más a fondo el impacto que

tienen los patrones de consumo de una región o país, en el sitio donde son producidos los bienes importados.

Para entender mejor el concepto de HH es necesario saber que solo considera agua dulce y se compone de:

- ❖ Volumen
- ❖ Color/clasificación del agua
- ❖ Lugar de origen del agua
- ❖ Momento de extracción del agua

De acuerdo con su origen el agua se clasifica en tres tipos o colores: azul verde y gris.

Tabla 1. Tipos de agua

<p>Agua azul</p> <p>Se denomina así a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros¹⁰, etc.) y subterráneos. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea de determinada cuenca, entendiendo consumo como extracción. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como HH.</p>
<p>Agua verde</p> <p>Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad, siempre y cuando no se convierta en escorrentía¹¹. Igualmente, la huella hídrica verde se concentra en el uso de agua de lluvia, específicamente en el flujo de la evapotranspiración del suelo, se utiliza en agricultura y producción forestal.</p>
<p>Agua gris</p> <p>Es toda el agua contaminada por un proceso. Sin embargo, la huella hídrica gris no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de éstos y los estándares locales de calidad del agua vigentes.</p>

Fuente: (WWF México, 2012)

¹⁰ Terreno bajo pantanoso, intransitable, que suele llenarse de agua por la lluvia o por la filtración de un río o laguna cercana, y que tiene gran cantidad de plantas acuáticas.

¹¹ Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.

Los principales factores que determinan la huella hídrica de una región o país, son:

- ❖ Prácticas agropecuarias
- ❖ Hábitos alimenticios de los habitantes
- ❖ Patrones de consumo de los habitantes
- ❖ Tipo de industria y grado de tecnificación

Tabla 2. La Huella Hídrica (HH) se mide:

<p>Para un producto Es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración del mismo.</p>
<p>La HH de un persona Se obtiene de sumar la HH de todo los productos, bienes y servicios que consume y utiliza.</p>
<p>La HH de producción de un país Se obtiene al sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos.</p>
<p>La HH de consumo de un país Es lo que produce para consumir (quitando las exportaciones), y lo que importa para su consumo.</p>
<p>La HH externa Es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país.</p>
<p>Transferencias de Agua Virtual: El contenido es transferido a otros países mediante el comercio de productos.</p>

Fuente: (WWF México, 2012)

Cuando se identifica la HH de consumo por habitante, se aprecia cómo influyen directamente en esta los patrones de consumo del respectivo país, dirigidos principalmente por el poder adquisitivo de sus ciudadanos (WWF México, 2012).

“El agua utilizada en lo que se produce en cada país y es consumido al interior del mismo se llama huella hídrica interna” (WWF México, 2012). Debido a que el comercio internacional facilita el acceso a productos que no se producen en el país de origen del consumidor, muchos países importan diversos artículos para satisfacer sus distintas necesidades y con ello importan también el agua del país donde obtuvieron su producto.

“A esta importación se le llama huella hídrica externa, que es la cantidad de agua requerida para elaborar los productos consumidos y que fueron elaborados en otro país” (WWF México, 2012). El problema con este tipo de huella es que las consecuencias del uso que le den al agua para la fabricación de los productos se quedan en el país de origen, es decir, se externalizan y por lo general los países que importan no toman la responsabilidad y mucho menos llegan a sufrir los impactos directamente.

Entre mayor sea la proporción de HH de productos locales sobre los importados, se dice que el país es más autosuficiente en términos de HH. Por el contrario, si la proporción de HH de las importaciones es mayor el país será más dependiente del agua de otras regiones del mundo.

MARCO HISTÓRICO

PET

Los científicos británicos John Rex Whinfield y James Tennant Dickson descubrieron el Tereftalato de Polietileno mejor conocido como PET, patentándolo como un polímero para fibra. Durante el periodo de 1939 a 1941 se dedicaron a la investigación de los poliésteres termoplásticos debido a la enorme necesidad de encontrar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto, ya que en esa época el país se encontraba en plena guerra, diez años más tarde comenzó la producción comercial de la fibra poliéster.

Este poliéster a partir de 1946, se comenzó a usar como fibra textil industrialmente, que cuyo uso aún continua en la actualidad.

A partir de 1952 se comenzó a emplear en forma de filme para envasar alimentos, sin embargo la popularidad la alcanza a partir de 1976 con la fabricación de botellas para bebidas poco sensibles al oxígeno como son el agua mineral y los refrescos, es decir, bebidas carbonatadas. Dichos envases tienen las características de ser ligeros, transparentes y resistentes, principalmente para bebidas, que al inicio eran botellas gruesas y rígidas, pero hoy en día son mucho más ligeras sin perder sus excelentes propiedades.

La fabricación del PET ha tenido un continuo desarrollo tecnológico desde entonces hasta hoy en día.

Textiles

La palabra textil proviene del latín textiles, que a su vez significa lo mismo que el término texere – tejer.

Alrededor del año 3000 a.c. en Egipto y Mesopotamia ya existían métodos de hilado y tejido de la fibra de lino que se utilizaba en la vestimenta muchos siglos atrás.

Así las fibras utilizadas hasta el siglo XX fueron el algodón y el lino que provienen de ciertas plantas, y la seda y la lana que son fibras animales.

En la cultura de los mayas antiguos se utilizó el algodón para sus vestimentas, y después con la llegada de los españoles se introdujo la lana.

En cuanto a los colores de las prendas solo se usaban el blanco y café mayormente, pues eran colores naturales del algodón y la lana, sin embargo, también se usaron otros como el color azul (índigo) que se extraía de la planta índigo y el color rojo que se extraía de la cochinilla; un pequeño insecto que vive en los nopales.

Para hacer cuerdas, redes, y morrales se utilizó la fibra de Maguey, pero en cada región se elaboró de diferente manera.

Con la expansión del material plástico por medio de una industria enorme que surgió en 1960 se perdió la fuente de ingreso de muchas familias que trabajaban el maguey, especialmente en regiones de México y Guatemala.

El descubrimiento del plástico provocó el desarrollo de textiles de fibras artificiales, como el rayón o la sedalina; fibras sintéticas como el nylon, sirve para elaborar cepillos de diente o sedales para la pesca, además del poliéster y la licra.

Textiles en México

El mundo prehispánico basaba su actividad textil y su manera de vestir en sus creencias, sin embargo hubo un cambio drástico de sus costumbres con la llegada de los españoles, pues estos estaban acostumbrados a otro tipo de fibras como la lana y seda, rechazaban los tributos ofrecidos por los indígenas fabricados con algodón por lo que mandaban importar los textiles de su predilección.

El hecho de haber introducido a México nuevas fibras como la seda y la lana implicó para los españoles importar la maquinaria necesaria además de los sastres que capacitarían a los indígenas en saber usar ésta. El telar de pedales o telar colonial es un ejemplo de la introducción de la nueva maquinaria, el

mecanismo de barras del telar prehispánico, transformado en el colonial en mallas y lizos fijados a pedales, lograban hacer que el tejedor separara los hilos de urdimbre con los pies dejando las manos libres para tejer.

El indígena adoptó tanto la materia prima como las nuevas técnicas textiles de una manera rápida y eficiente, de modo que sus productos además de igualarse en belleza y calidad de manufactura con los sastres españoles, eran mucho más baratos. Los españoles comenzaron a comprar los productos manufacturados por los indígenas, dejando de lado los fabricados por sus compatriotas, lo que representaba una creciente competencia para los sastres españoles, no obstante, en vez de sucumbir lograron aprovecharla y así crearon un nuevo negocio.

Se establecieron pequeños talleres manufacturados dirigidos por los sastres españoles, obteniendo grandes ganancias a través de las largas jornadas con poca paga. Esta idea fue demasiado atractiva para otros españoles, por lo que también establecieron talleres textiles, de seda, lana y más adelante de algodón.

1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CONTAMINACIÓN Y LOS RESIDUOS

1.1 Concepto Descartable

Debe considerarse que los ciclos antrópicos son los que generan el desbalance en el medio ambiente, pues son los que alteran los ciclos naturales, debido a que el hombre extrae, altera y transforma los recursos por diversas razones, ya sean por alimentación, sobrevivencia, entretenimiento, salud, etc. Fabrica materiales con lo que se apropia de la naturaleza, posteriormente cuando estos cumplen con su ciclo de vida, pueden en algunos casos ser reciclados, pero en general vuelven a dispersarse en la naturaleza sea de forma controlada o no.

Es importante mencionar la “revolución de los materiales” y su característica más destacable, que se refiere a la aceleración del proceso tecnológico, debido a que esta conlleva una explotación creciente de los recursos naturales y contaminación del medio ambiente, se debe tener una conciencia de alerta y mantener un control de las nuevas formas de desarrollo de los materiales.

Muchos de los recursos que se emplean para la fabricación de los objetos que se utilizan en la vida cotidiana, no desaparecen al ser consumidos, sino todo lo contrario, se transforman en desechos que modifican o alteran al medio ambiente.

Una de las causas del porque los recursos naturales se agotan a una velocidad cada vez más rápida y porque la contaminación crece a medida que estos disminuyen, es el aumento de la población, que provoca un consumo mayor y por ende escasez de los recursos. Esto se debe a que las necesidades básicas del ser humano a ser cubiertas, han incrementado, por lo general la mayoría de estas sólo se satisfacen por medio de recursos no renovables, como el ejemplo de las energías consumidas por el hombre basadas en combustibles (gas, petróleo, carbón) que se van agotando conforme se consumen.

Con el crecimiento de los centros urbanos y el auge de la tendencia al desarrollo de nuevas tecnologías, surge el concepto de que un objeto se une a la masa de residuos, cuando cumple un determinado ciclo de vida por lo que se considera “descartable” (Mari E., (2000). Por ejemplo el caso específico de las botellas de PET para agua bebible, que se tiene la idea de que si se descartan luego de haber consumido el líquido contenido en ellas, sin buscarles algún otro uso, está bien. El problema en este caso es que el cuerpo humano necesita del vital líquido varias veces al día, lo que provoca que sea más fácil adoptar dicho concepto y descartar una o varios envases durante el día. Es verdad que no es una regla, y si se llegan aprovechar estos residuos, sin embargo, debido al bajo sentido acerca del reúso o reciclaje de este tipo de productos, es mínima la proporción de estas acciones respecto a la de desecharlos .

El problema de tener preferencia por los objetos “descartables”, es que debido a sus características se cree que todo se arregla con enterrar estos desechos, o como se le conoce actualmente, relleno sanitario, sin embargo no es la mejor solución ya que todos los objetos que utilizamos son fabricados con materiales extraídos de la naturaleza, primero como materias primas, posteriormente transformados en objetos que “satisfacen necesidades” y por último convertidos en desechos, por lo que regresan al medio ambiente de una u otra forma.

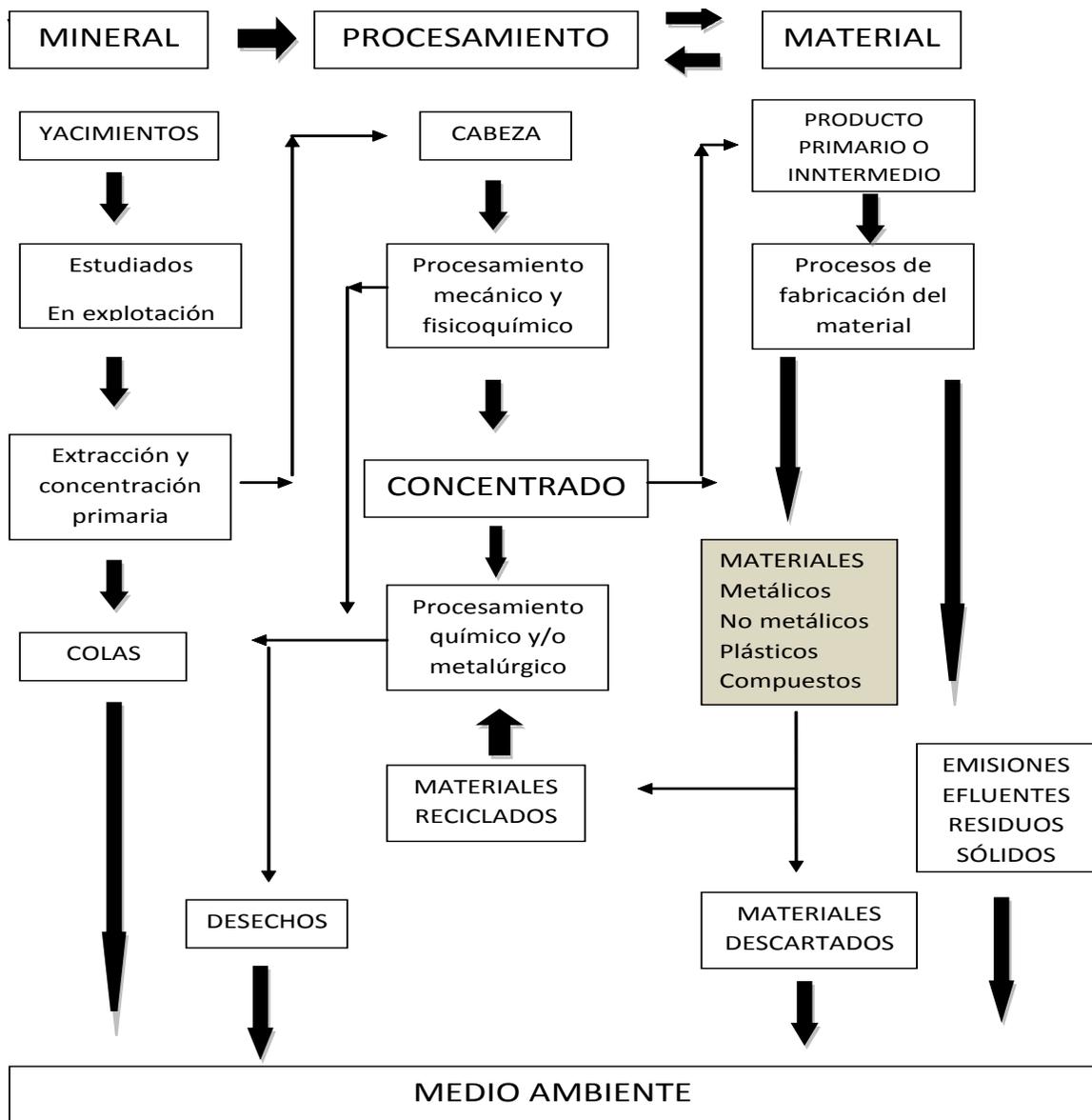


Figura 4. El Ciclo Minerales-Materiales

Fuente: (Mari E., 2000)

Para comprender la magnitud del problema de la contaminación del medio ambiente y como es que actualmente está afectando a las generaciones actuales, además de las consecuencias que habrá para las generaciones futuras, es necesario encontrar el momento histórico que marcó la pauta de este problema, es decir, la revolución científico-tecnológica que “asiste a una sobre oferta de procesos y productos altamente sofisticados según las tendencias predominantes en el desarrollo tecnológico de los países industrialmente más desarrollados, tendencias que al concretarse en realizaciones producen importantes impactos,

muchas veces negativos, en la economía y en la cultura de los países menos desarrollados” (Leonard A., 2010).

La problemática ambiental del modelo de producción en el que estamos sumergidos, es que se basa en un aumento de fabricación de objetos además de su consumo, principalmente desde la primera revolución industrial que “se ha visto amparada en la idea de que nuestro entorno es imperecedero e ilimitado en sus recursos”. Por llamarlo de otra forma es una cultura del derroche, se usa y luego se tira, generando un gran volumen de materiales descartables, que se agrava por la mala gestión en el proceso de recogida y el empleo de los residuos.

1.2 Generación y Manejo de los Residuos Sólidos

“La generación de residuos y su manejo adecuado son dos de los grandes retos que enfrentan las sociedades actuales para garantizar su viabilidad y sustentabilidad”. La mejor opción de manejar los residuos es la reducción de estos, es decir, que se deben modificar “los procesos, actividades y patrones de consumo” (Vázquez et al, s.f.).



Figura 5. Jerarquía del manejo de los residuos

Fuente: (Vázquez et al, s.f.)

Debido a la gran expansión de la mancha urbana en las últimas décadas ha aumentado de igual manera la generación de residuos sólidos urbanos. La población creció de 26 millones de habitantes en 1950 a 112,337 millones en el 2010 (INEGI, 2010), los residuos aumentaron de 3 millones de toneladas en la década de los cincuentas a 40 millones en el 2011, es decir, que cada habitante del país genera alrededor de un kilo de residuos al día (Caballero D., 2011).

En el caso de México para el 2011, la generación de residuos sólidos urbanos se concentra en el centro, dato alarmante para el Distrito Federal que por sí solo genera el 12% del total de los volúmenes, sin embargo no supera al Edo. de México que obtuvo un porcentaje más alto con 16%, los estados con mayor porcentaje además de estos dos son: Jalisco (7%), Veracruz (5%) y Nuevo León (5%), y los que registraron menores porcentajes fueron: Nayarit y Tlaxcala (0.8%), Baja California Sur y Campeche (0.6%) y Colima (0.5%), como se puede apreciar en el siguiente mapa, proporcionado en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2012 de residuos:

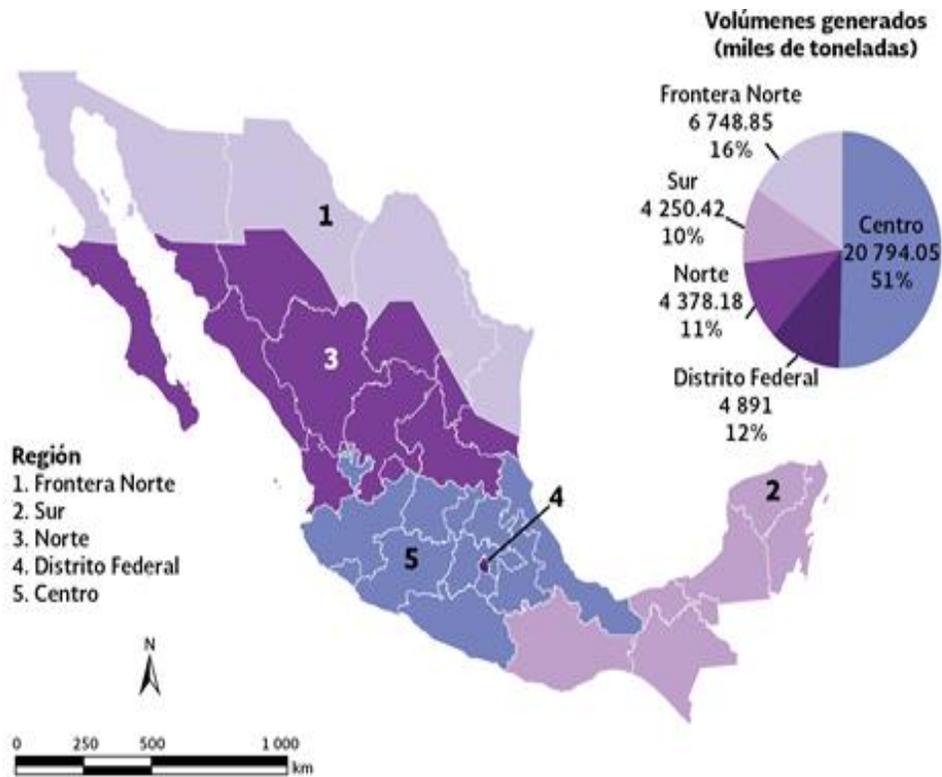


Figura 6. Generación De RSU Por Región 2011

Fuente: SEMARNAT 2011.

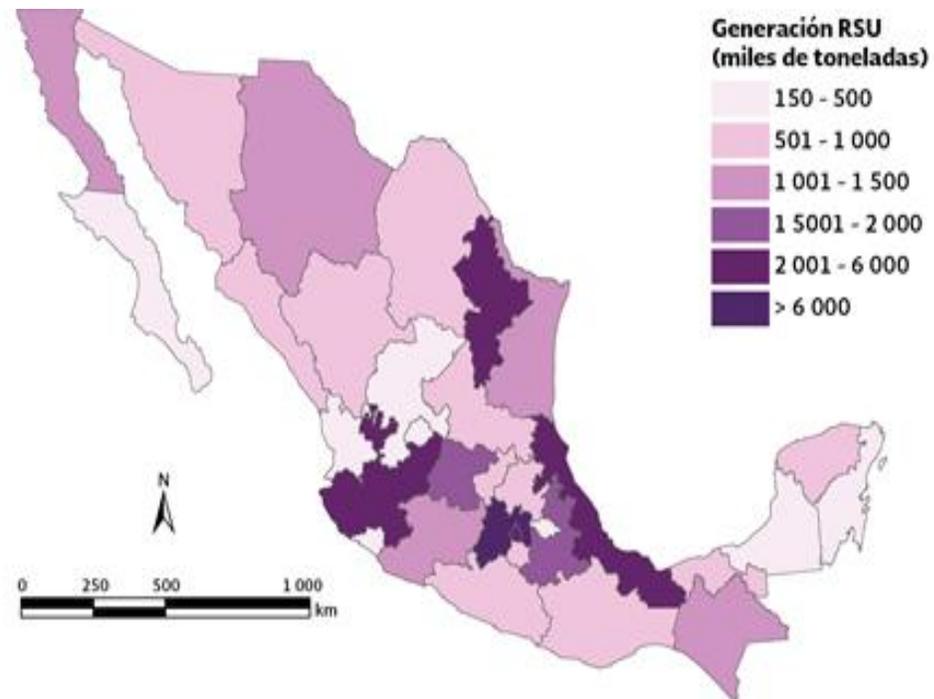
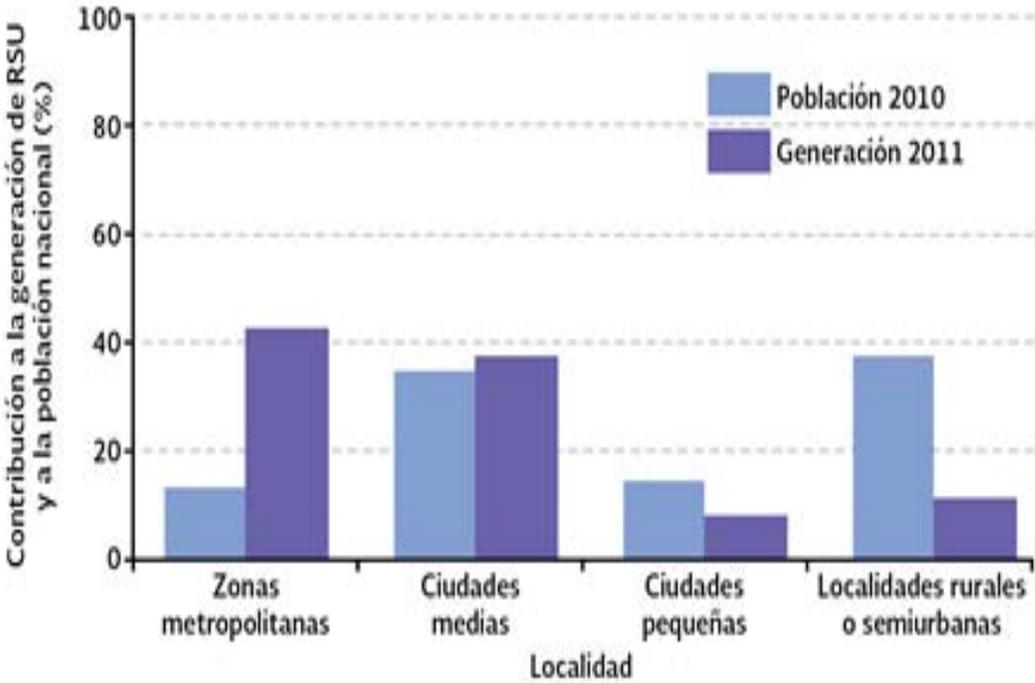


Figura 7. Generación De RSU Por Entidad Federativa 2011

Fuente: SEMARNAT 2011

Si se toma en cuenta por tamaño de localidades hay un dato curioso, las localidades rurales o semi urbanas fueron las que menor crecimiento porcentual registraron en el periodo entre 1997 y 2011 con un incremento del 7%, pasando de 4.4 a 4.7 millones de toneladas, mientras que las ciudades pequeñas en términos porcentuales incrementaron mayormente sus volúmenes de generación en 82%, pasando de 1.9 a 3.5 millones de toneladas. Estos datos solo indican que la formación de residuos va en aumento, aunque en algunas zonas no es tan significativo, la verdad es que no deja de crecer la generación de residuos.



Gráfica 1. Generación de RSU por tipo de localidad 2011.

Fuente: SEMARNAT 2011

Nota: para la Sedesol, las zonas metropolitanas son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las ciudades medias corresponden a todas aquellas que forman una parte del “Programa 100 Ciudades” y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las ciudades pequeñas son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 Ciudades y, finalmente, las localidades rurales o semiurbanas corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes.

De todos los residuos generados, es necesario conocer de donde provienen para tener en cuenta cual es el sector que contamina más y así aplicar estrategias a este ya sean de reciclaje o no.

En cuanto al manejo de los residuos, era común que su disposición final fuera en grandes tiraderos de basura a cielo abierto, provocando que estos espacios sean un foco de contaminación ambiental, pues afectan directamente la salud de la población aledaña a través de la contaminación del agua, aire y suelo.

Existen diversas tecnologías para la disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos), como son: el pretratamiento de alta compactación¹², el tratamiento mecánico-biológico¹³, el relleno sanitario manual¹⁴, el relleno sanitario acelerado y el relleno sanitario tradicional, este último es el más utilizado el cual consiste en el depósito de los residuos dentro de celdas en donde se compactan y se cubren con tierra, utilizando maquinaria pesada para la distribución, homogeneización y compactación (Caballero D., 2011).

De acuerdo con un estudio elaborado para la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por parte del Instituto de Ingeniería UNAM, las tecnologías de tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos aplicadas en México son:

¹² También conocido como "Relleno seco", tiene como objetivo acelerar y facilitar el control de los rellenos sanitarios a través de la reducción del volumen de los residuos por su alta compactación con una prensa embaladura.

¹³ Es un proceso que convierte los residuos en material semi-inerte antes de su disposición final, consiste en dos etapas: Mecánico para acondicionar los residuos a su tratamiento posterior, y biológico mediante una fermentación controlada o digestión aerobia.

¹⁴ Constituye una alternativa apropiada para el manejo ambiental de los residuos sólidos en áreas marginales, de menos de 40,000 habitantes, que no pueden adquirir equipo pesado para el manejo de un relleno sanitario tradicional.

El relleno sanitario manual cuenta con ciertos elementos del relleno sanitario tradicional como son el cerco perimetral, el drenaje periférico para la desviación de las aguas pluviales, la impermeabilización, el drenaje de lixiviados, el sistema de evacuación del biogás y una caseta (vigilancia y sanitarios). Mientras para la operación se aplica instrumentos de uso manual, para la preparación del sitio (las excavaciones de zanjas o material de cobertura y la construcción de vías internas) se recomienda el uso de maquinaria pesada.

a. De acuerdo al tipo de proceso que involucran

Procesos físicos

- Separación (manual o mecanizada)
- Trituración
- Separación magnética
- Compactación

Procesos químicos

- Hidrólisis
- Oxidación
- Vitrificación
- Polimerización

Procesos biológicos

- Composteo
- Digestión anaerobia

Procesos térmicos

- Incineración
- Pirólisis
- Esterilización
- Microondas

b. Conforme a los propósitos del tratamiento

Recuperación de materiales para reuso o reciclaje

- Separación (manual o mecanizada)
- Vitrificación
- Composteo
- Pirólisis

Recuperación de energía

- Digestión anaerobia
- Incineración
- Pirólisis

Tratamiento de agentes infectocontagiosos

- Incineración
- Microondas
- Esterilización

Figura 8. Clasificación de los métodos de tratamiento de los residuos sólidos. Fuente: SEMARNAT 2011

Diana E. Caballero (2011) en su trabajo hace una observación sobre Sedesol, ya que considera que el relleno sanitario es una buena opción para la disposición final de los RSU, pues la inversión inicial en este es inferior a la necesaria para la implementación de un sistema de tratamiento como la separación, composteo o incineración.

El problema principal de optar por el reciclaje, como considera Sedesol, es el costo de este, no hay inversión hacia este proceso, además si tomamos en cuenta que mientras la población no deje de crecer, los desechos lo seguirán haciendo también, por lo que los rellenos sanitarios no se darán abasto, como se ha visto con el caso del cierre del bordo poniente en el D. F. después de 25 años, obligando a que se habrá otro relleno sanitario de los cuatro existentes en el Estado de México (Robles J., 2013). Entonces aunque un relleno sanitario

requiera de menor inversión con el tiempo será inservible y todos esos recursos invertidos de igual manera se perderán.

1.2.1 Residuos Plásticos

La producción de plásticos genera impactos negativos en el ambiente, de los que destaca la contribución al agotamiento de recursos no renovables, como el petróleo y el gas, pues se calcula que el 4% extraído de estos son usados de materia prima para la producción de plásticos, además de la energía requerida para su manufactura, que es entre 3 y 4% (Vázquez et al, s.f.).

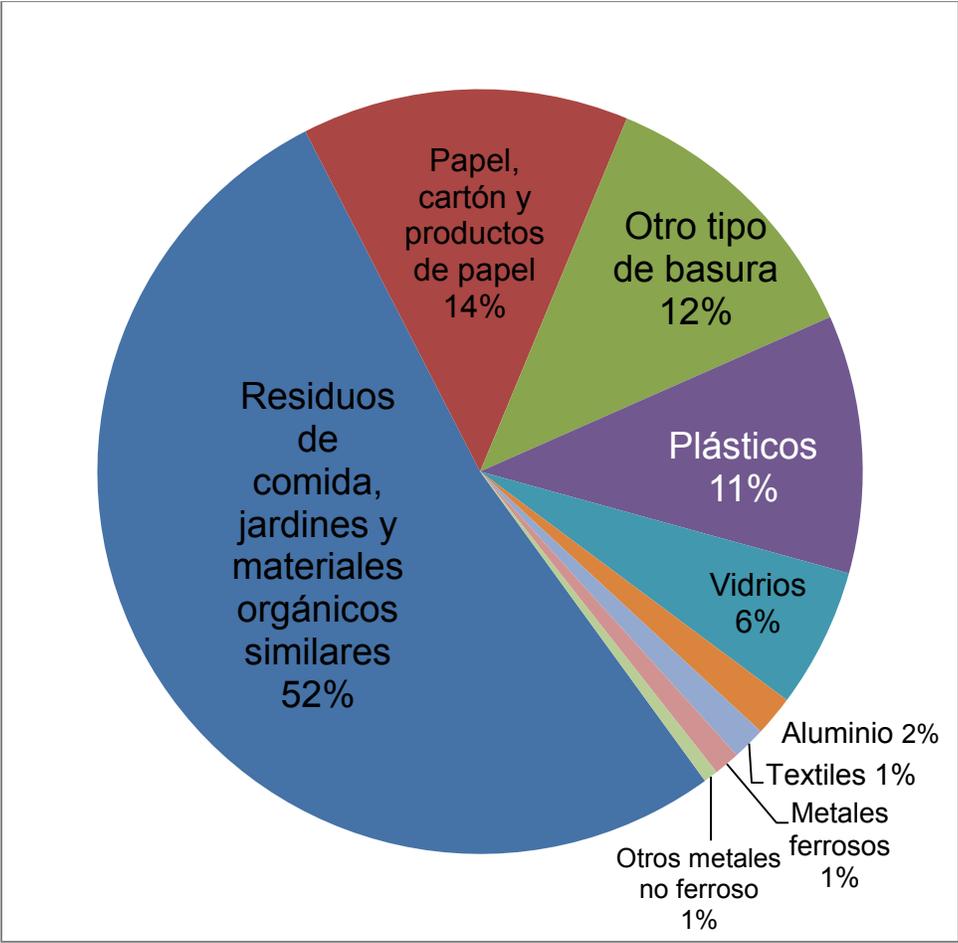
La presencia de los plásticos en los residuos se ha incrementado en las últimas décadas, es en gran parte a la producción de bienes con vida útil muy corta, es decir, son los que los usuarios desechan muy rápidamente.

Por otra parte, el plástico a diferencia del papel no se degrada fácilmente, es decir, los residuos plásticos no son biodegradables, por lo que al momento de ser desechados se convierten en productos altamente contaminantes. A veces se opta por quemarlos para deshacerse de estos, sin embargo no es tan recomendable pues se producen gases demasiados tóxicos, haciéndolo aún más dañino para el medio ambiente.

Como se menciona, una de las acciones para tratar con los desechos plásticos es la de incinerarlos, en las plantas más modernas para incinerar se ha minimizado el riesgo medioambiental, y se prefiere también por llevar a cabo la incineración en plantas de recuperación de energía, puesto que en la combustión de los residuos plásticos se produce calor que es considerablemente elevado.

La opción más viable para tratar con los desechos plásticos y reducir su impacto en el medio ambiente es el reciclado, acción que solo se aplica en 1% para los plásticos, en cambio, se recicla el 20% de los residuos de papel y el 30% del aluminio (Arpet.org sin fecha).

La siguiente gráfica muestra la composición de los residuos que se generaron en México en el 2011:



Gráfica 2. Composición de los RSU México 2011.

Fuente: SEMARNAT 2011

Para el 2011 anualmente se generaban tres millones 800 mil toneladas de basura plástica en México, de los cuales 2 millones 500 mil toneladas llegan a los tiraderos, y solo 300 mil toneladas es rescatada para reciclar y exportar, según datos de ANIPAC. El hecho de que en México se genere tal cantidad de basura plástica quiere decir “que representa un negocio sustentable tanto para los gobiernos federal, estatales, y municipales, así como para la sociedad y las propias empresas que participan activamente en la industria del plástico, ya que genera 20 mil millones de dólares y participa anualmente con el 3.2 por ciento del PIB nacional” (García J., 2011).

2. CONSIDERACIONES SOBRE EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA

2.1 Reciclaje

En la historia de la humanidad, tanto el reciclado como el reuso eran actividades cotidianas y habituales entre la sociedad. Los residuos estaban constituidos principalmente de restos orgánicos los cuales se enterraban y degradaban por medio de putrefacción. Los objetos que no tenían la característica de ser orgánicos eran conservados como parte del patrimonio del hombre y se reparaban o se reelaboraban con tal de seguir encontrando un uso en ellos. Solo se descartaban los objetos cuando no se lograba encontrar una utilidad en estos debido a la degradación que tuvieron a lo largo del tiempo.

En la actualidad, como se menciona anteriormente, nuestros objetos son cada vez más descartables, pues se sigue consumiendo lo que las grandes empresas nos hacen creer que necesitamos, provocando un aumento de residuos y que su manejo sea más difícil conforme estos crecen. Es por esto que el reciclaje puede tomarse en cuenta como un recurso para la solución del problema de los residuos y su contaminación, pues tiene como objetivo la reducción del volumen de estos. El reciclaje consiste en utilizar los materiales de los objetos para transformarlos en otros productos, es decir, obtención de materias primas, es por ello que este proceso ayudaría a la disminución de la explotación de recursos naturales.

De acuerdo con David R. (2010) el reciclaje implica y conlleva:

Una serie de transcurso y procesos de tipo industrial, partiendo de unos desechos y residuos, generados en distintos niveles y a distintas escalas, que son sometidos a diversos tratamientos ya sean físicos, químicos o biológicos, dando como resultado la

obtención de una serie de materiales o sustancias que se introducen nuevamente dentro del propio proceso productivo como base del quehacer dentro del reciclado, desarrollándose y elaborándose nuevos productos partiendo de la materia reciclada.

Un problema al que se enfrenta si se opta por el reciclaje, es la diversidad (heterogeneidad) de nuestros desechos, ya sean de origen doméstico o industrial, haciendo difícil su tratamiento de forma conjunta. Esto puede repercutir en la calidad de los productos terminados a partir de reciclaje, es por ello que se necesita una clasificación de residuos y desechos, además de separar los distintos materiales encontrados en los diferentes restos, para después ser sometidos de acuerdo a las características de estos, y poder continuar con sus distintas transformaciones.

2.1.1 Reciclaje de PET. Tipos y Procesos

2.1.1.1 PET (por sus siglas en inglés, Polietileno Tereftalato)

Dentro de los cinco principales insumos que se consumen en el país se encuentra el polietileno, materia bastante importante para la industria del plástico, ya que aproximadamente el 35% de los bienes plásticos son producidos teniendo como base este polímero, tales como bolsas de plástico, tuberías, envases, juguetes etc.

El consumo del insumo en el país es de 1'800,000 toneladas anuales, sin embargo México es deficitario en esta materia prima, es por ello que dos tercios de la demanda se importa principalmente de Estados Unidos, el tercio restante se obtiene de producción nacional, que son aproximadamente 600,000 toneladas.

Para incrementar la producción de polietileno en el país, se hizo una subasta de un proyecto petroquímico en Veracruz, de la cual la sociedad de la empresa mexicana Idesa y de la Brasileña Brskem resultó vencedora. "El complejo Etileno XXI iniciará operaciones en 2015 con una perspectiva de producción de 900,000 toneladas de polietileno" (Rosagel S. y Rodríguez I., 2011).

El polietileno Tereftalato (PET) es una fibra poliéster derivada del petróleo, con diversos usos que incluyen: los de grado textil, siendo el primer uso de este polímero en la Segunda Guerra Mundial para sustituir las fibras naturales como el algodón y el lino, otro uso es el PET grado de botella dirigido principalmente a industrias de bebidas sean carbonatadas o no, el PET grado Film o Fina película, es usado en los contenedores alimentarios, elementos de audio y video, embalajes especiales, fotografía, aplicaciones eléctricas y electrónicas.

Sus características son:

- ❖ Es 100% reciclable
- ❖ De fabricación económica
- ❖ Resistencia
- ❖ Ligereza
- ❖ Transparencia
- ❖ Brillo

De las características más importantes que tiene el PET son: la cristalinidad y la transparencia, sin descartar que admite fácilmente el uso de tintas para poder ser coloreado. También debe mencionar su ligereza, ya que sin esta importante particularidad no habría logrado tomar ventaja sobre productos elaborados con otro material, por ejemplo los envases de vidrio.

2.1.1.2 Tipos y Procesos

Existen dos tipos de PET que se pueden reciclar: post-industrial y post-consumo. El primero se refiere a los residuos de las empresas transformadoras, el segundo se refiere a los envases de bebidas, alimentos y otros productos que son residuos de casas, oficinas, hoteles, restaurantes, mercados y escuelas.

Cuando el PET post-consumo no es mezclado con otros residuos y el medio ambiente de manera irresponsable, es decir, antes de considerarlo desecho, se pueden reutilizar más del 91.7% de estos residuos, sin embargo, solo el 30% se llega a rescatar.

Si se tiene el objetivo de recolectar, limpiar y seleccionar el PET post-consumo en los acopios, con el fin de darle otro uso a este residuo y que se convierta en una materia prima nueva, se podrán derivar nuevos productos del reciclaje del PET, tales como: varios tipos de ropa poliéster, fibras para bolsas de dormir y abrigos, correas industriales alfombras, auto partes, e inclusive nuevas botellas de plástico.

También se pueden clasificar en:

- Fibras (como alfombras, y otras fibras textiles)
- Aplicaciones en láminas y film (láminas para rayos X)
- Resina industrial (fabricación de auto partes)
- Aplicaciones de embalaje (como botellas nuevas)
- Correas

Existen dos métodos para poder reciclar el PET, mecánico y químico, además de la posibilidad de una recuperación energética.

El reciclado mecánico cuenta con dos fases: La primera se refiere a la identificación y clasificación de botellas, dentro de esta fase se hace un lavado y separación de etiquetas, luego una separación de partículas pesadas seguido de un lavado final, por último un secado mecánico y el almacenaje de la escama. En la segunda fase la escama de gran pureza se grancea, se seca, se tiene que incrementar su viscosidad para al final poder cristalizarla, es así como se obtiene un producto final que se transformará en nuevos elementos de PET.

A continuación se detallaran las etapas del método mecánico:

❖ Acopio de Material

Consiste en la recolecta del material, puede ser en puntos específicos o en recorridos especiales, la importancia de este paso consiste en que si se tiene un buen sistema de recolección del material se podrá garantizar un mejor suministro de materia prima para los demás procesos.

El PET puede llegar en pacas, es decir, que se reduzca su volumen compactándolas, o en botellas sueltas. Cuando el PET llega de la primera forma, las pacas deben ser abiertas y picadas tal como se reciben en la planta recicladora, con este proceso se reduce el volumen. Por otro lado, cuando son trituradas se hace con tapa y etiqueta, a diferencia de cuando llegan las botellas sueltas, aunque ocupan mayor volumen se puede realizar el des etiquetado y destapado, permitiendo obtener un producto más fácil de tratar.

❖ Reducción de Tamaño

En este paso se realiza el proceso de picado, es decir, que se muele todo el material recolectado anteriormente, se hace con la intención de facilitar el siguiente paso, que será la separación de los diferentes tipos de polímeros además de la limpieza del material picado.

Se pueden obtener diferentes medidas en la reducción de tamaño, como pueden ser: hojuelas de media pulgada, un cuarto de pulgada o polvo, dependiendo del que se requiera, existen distintos tipos de tecnología para lograrlo.

❖ Separación

La separación tiene como objetivo liberar al plástico de interés, por ejemplo el PET de los distintos materiales, particularmente los demás polímeros, metales, vidrio o papel. Este paso es importante porque los demás materiales pueden perjudicar el proceso de reciclaje o afectar directamente el producto final.

❖ Limpieza

Las hojuelas de PET deben ser lavadas para eliminar los contaminantes con los que llegan a la planta, ya sean de comida, piedras, polvo, papel, solventes y en algunos casos pegamento. Se pueden usar hidrociclones cuando el residuo del plástico está muy contaminado. El plástico contaminado se puede remover, ya que es ligero y flota hacia la superficie donde es expulsado, en cambio los contaminantes caen al fondo donde posteriormente serán descargados, terminado

este proceso los plásticos descontaminados se llaman hojuelas limpias o granulado limpio.

El uso de detergentes está limitado por la cuestión ambiental, debido a que los efluentes del proceso o procesos de lavado deben ser tratados para que puedan ser reutilizados nuevamente en el ciclo de lavado. En segundo lugar, es necesario encontrar un adecuado sistema de purificación de las aguas residuales para no contaminar ni dañar el entorno en el cual se desarrolla el proceso de reciclado.

❖ Secado

Terminado el lavado el siguiente paso es el de secado donde se debe eliminar toda la humedad para que pueda ser procesado y posteriormente comercializado. La maquinaria que se puede utilizar son los secadores centrifugados, que funcionan con tambores diseñados para extraer la humedad por la paredes externas de la máquina. Otra opción son los secadores de aire, puede ser caliente o frío, este circula entre el material previamente picado eliminando así la humedad. También existe la técnica de combinar ambos, el centrifugado y secado de aire en procesos simultáneos. En caso de requerir mayor sequedad pueden usarse secadores térmicos.

❖ Paletizado

Ya que se obtuvo un granulado limpio y seco puede venderse o convertirlo en “pellet”, que se obtiene fundiendo y pasando a través de un cabezal para que tome la forma de espagueti cuando se enfría en un baño de agua.

El paso anterior puede o no considerarse como último en el proceso de reciclado, ya que con el avance tecnológico se consigue incorporar directamente las hojuelas o flakes de PET sin necesidad de estar como “pellets”, solo en caso de querer fabricar fibras, filamentos o película para termo formado se utiliza este último paso, puesto que en los procesos convencionales se llega directo a las hojuelas limpias.

El otro proceso de reciclado es el químico que sirve para los plásticos que no se pueden reciclar de forma mecánica. Esta forma de reciclado, consiste en cambios

en la estructura química del material a reciclar, por lo que necesita los pasos de purificación como en el mecánico.

El proceso de reciclaje químico de PET, hace posible la obtención de materias primas que posteriormente pueden ser producidas nuevamente en PET, apto para estar en contacto con alimentos, a diferencia del reciclaje mecánico que su producto final no puede estar en contacto nuevamente con comestibles, pero depende del grado de pureza que presenten los monómeros obtenidos. Sin embargo ambos procesos no se deslindan uno de otro ya que previo al reciclaje químico hay un reciclaje mecánico para la obtención de hojuelas de PET como se mencionó.

Son varios los procesos químicos que se pueden utilizar para el reciclaje, de los cuales los más importantes son; metanólisis, glicólisis. Como son similares los procesos mencionados, solo se tomará a uno de ellos para la explicación.

El proceso de Metanólisis/proceso Petretec

“Dupont desarrolló una tecnología de reciclado completamente nueva. A este proceso verde se le conoce como Tecnología de Regeneración del Poliéster (Petretec)” (Química Verde, 2011). La importancia de este proceso radica en que puede reciclar plásticos que estén sumamente contaminados y que el proceso mecánico no podría reciclar del todo por no poder limpiarlos adecuadamente.

El proceso Petretec (reciclado químico de metanólisis) se lleva a cabo por medio del tratamiento del polímero con altas cantidades de metanol en presencia de un catalizador (trisopropóxido de aluminio o acetato de zinc y sales de ácido arilsulfónico) a altas presiones y temperatura. En la metanólisis se descompone el PET en sus moléculas básicas, dimetil Tereftalato y etilenglicol que pueden ser nuevamente polimerizados para la obtención de PET virgen.

Tabla 3. PET reciclado, procedencia, aplicación y proceso.

Tipo de material PET reciclado	Procedencia	Aplicación	Proceso de Reciclado utilizado
PET Puro Incoloro	❖ Bebidas refrescantes ❖ Aguas envasadas	❖ Fibra ❖ Lámina	Reciclado Mecánico
PET Puro Incoloro	› Aceites › higiene corporal › vinagres › cosmética › farmacia	• Fibra • Lámina	Reciclado Mecánico
Azul ligero PET Puro	› Aguas envasadas	• Fibra • Lámina (Polióles, compuestos) • Fleje	Reciclado Mecánico Reciclado Químico
Verde PET puro	› Aguas envasadas › Bebidas refrescantes		Reciclado Mecánico
Colores intensos, opacos, negro y otros.	› Detergentes › perfumes, etc.	• Polióles (compuestos)	Reciclado Químico (Reciclado mecánico)
Puro PET			
Botellas barrera de color, Pa, Evoh, Pen	› Cerveza › Zumos de fruta, etc.	Botellas (compuestos)	Reciclado Químico (Reciclado mecánico)

Fuente: Asociación Nacional del Envase de PET ANEP

Otros grados de reciclaje del PET:

❖ Reciclaje secundario

Este tipo de reciclaje convierte al plástico en artículos con propiedades inferiores a las del polímero original, el proceso de mezclado de plásticos es característico de este tipo de reciclaje, es decir, que no se combinan los plásticos sino también las etiquetas de papel, tapas de aluminio, polvo etc. Lo que sigue a continuación es la molienda y el fundido dentro de un extrusor (Ceniceros C., 2011)

❖ Reciclaje terciario

El reciclaje terciario tiene como función la de degradar el polímero a compuestos químicos básicos y combustible. Este tipo de reciclaje no tiene mucho que ver con los otros mencionados ya que consiste en un cambio químico no solo físico, sus dos principales métodos son pirolisis y gasificación (Ceniceros C., 2011).

❖ Reciclaje cuaternario

Este reciclaje se usa con el objetivo de aprovechar la energía térmica generada cuando se calienta el plástico para poder llevar a cabo otros procesos, es decir, el plástico es usado como combustible con objeto de reciclar energía (Ceniceros C., 2011).

2.2 Importancia Económica Del Reciclado De Plástico

El reciclaje es una opción para minimizar la generación de residuos sólidos urbanos, ya que según datos del Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (SEMARNAT, 2011), se generan alrededor de 94,800 toneladas de estos diariamente, aproximadamente un kilogramo por persona.

El aumento de la generación de residuos, se debe en gran parte a la extensión de la población (26 millones de habitantes en 1950 a 112,337 millones en el 2010, de acuerdo con el INEGI) como se mencionó, pues con esta aumentan también los residuos, resultado del incremento del consumo que va teniendo la población por la expansión de la mancha urbana.

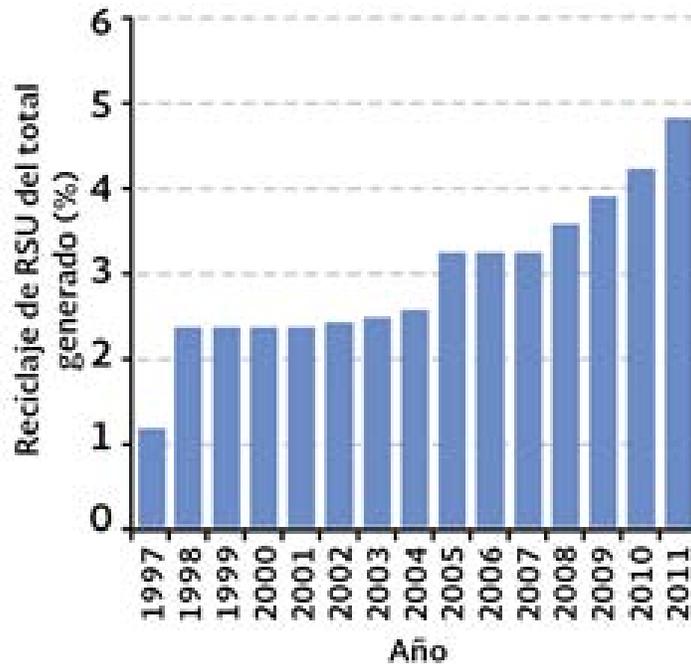
Ha habido un aumento del reciclaje de los residuos sólidos urbanos en el 2011 sin embargo sigue siendo bajo, ya que según cifras de los sitios de disposición final, sólo se reciclo el 4.8% del total generado, no obstante, esta cifra podría alcanzar el 10%, pues se debe a que muchos de los residuos son recuperados antes de llegar a estos sitios, tanto en los contenedores como en los vehículos de recolección (SEMARNAT, 2011).

Del volumen total reciclado en 2011 el porcentaje más alto lo obtuvo el correspondiente a papel, cartón y productos de papel con un 42.2%, luego el vidrio

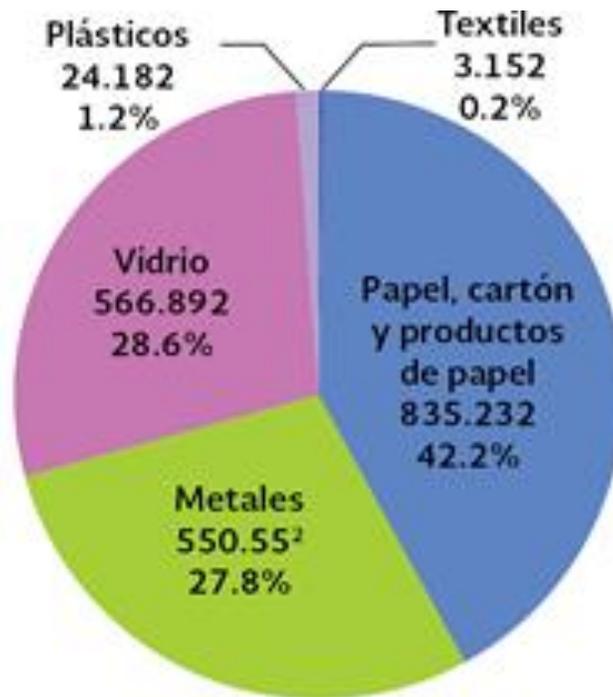
con 28.6%, metales con 27.8%, plásticos con apenas 1.2% y textiles con 0.2%. Pero si se considera el volumen reciclado de cada tipo de residuo sólido urbano con respecto a su volumen producido, los que más se reciclaron fueron los metales con 39%, vidrio con 23.5% y el papel con 14.7%, de plásticos y textiles sólo se recicla aproximadamente el 0.5% de cada uno (SEMARNAT, 2011).

Es por esta última cifra que proporciona el informe de la SEMARNAT, que se debe tomar mayor importancia al reciclaje del plástico, puesto que no alcanza ni el 1 por ciento.

El problema de un reciclaje bajo de estos residuos, es que en las últimas décadas aumentó su producción debido a la demanda de los plásticos, por la aceptación de la población gracias a sus características, sin embargo, estas particularidades que tienen estos productos son las que los hacen muy prácticos a la hora de consumirlos, pero también los hacen poco atractivos para el ambiente después de su uso, pues la mayoría no son degradables, y por lo mismo se acumulan en los rellenos sanitarios y en otros lugares donde no deberían llegar.



Gráfica 3. Reciclaje de RSU, 1997-2011.
 Fuente: SEMARNAT 2011



Gráfica 4. Composición de los RSU reciclados, 2011.
 Fuente: SEMARNAT 2011.

Notas: las cantidades indicadas como volumen reciclado corresponden a los materiales recuperados en los sitios de disposición final. Las cantidades están en miles de toneladas.

2.2.1 Consumo de Agua Embotellada

En el 2010 México llegó al primer lugar consumo de agua embotellada, por lo tanto, ese año se desecharon ocho mil millones de envases plásticos, que terminaron en rellenos sanitarios, vertederos e incluso ríos o afines. Como los residuos plásticos tardan aproximadamente 500 años para degradarse, el reciclaje debería ser la principal forma de tratamiento de estos residuos, para obtener de ellos un beneficio económico, pues son diversos los usos que se pueden obtener a partir del reciclaje de plásticos, como: la elaboración de textiles, envases, relleno para las construcciones etc.

Cada mexicano bebe alrededor de 234 litros de agua envasada al año, es decir, mil 800 pesos por familia anuales, cantidad únicamente destinada al consumo de agua embotellada, lo que se llega comercializar en el país representa el 13% de las ventas mundiales (Enciso A., 2010).

Tabla 4. Consumo y tasa de crecimiento anual por país.

MERCADO MUNDIAL DE AGUA EMBOTELLADA				
Países Líderes en Consumo y Tasa de Crecimiento Anual Compuesto				
2011		Millones de Galones		TCAC
Rank	Países	2006	2011	2006/11
1	Estados Unidos	8255.0	9107.3	2.0%
2	China	4163.3	7686.4	13.0%
3	México	5359.9	7520.7	7.0%
4	Brasil	3301.6	4500.9	6.4%
5	Indonesia	2155.9	3760.6	11.8%
6	Tailandia	1426.2	3118.8	16.9%
7	Italia	3115.5	3034.7	-0.5%
8	Alemania	2808.9	2954.2	1.0%
9	Francia	2285.3	2291.0	0.0%
10	España	1524.0	1514.6	-0.1%
	Top 10 Subtotal	34395.6	45489.3	5.8%
	Todos los demás	12606.8	15880.7	4.7%
	Total Mundial	47002.4	61370.0	5.5%

Fuente: Beverage Marketing Corporation en WWW.BOTTLEDWATER.ORG

Tabla 5. Consumo y tasa de crecimiento anual por país.

MERCADO MUNDIAL DE AGUA EMBOTELLADA			
Países Líderes en Consumo y Tasa de Crecimiento Anual Compuesto			
2011		Millones de Litros	
Rank	Países	2006	2011
1	Estados Unidos	31248.6	34474.9
2	China	15759.8	29096.2
3	México	20289.4	28468.9
4	Brasil	12497.9	17037.8
5	Indonesia	8161.0	14235.4
6	Tailandia	5398.8	11805.9
7	Italia	11793.5	11487.6
8	Alemania	10632.8	11182.9
9	Francia	8650.8	8672.4
10	España	5769.0	5733.4
	Top 10 Subtotal	130201.5	172195.7
	Todos los demás	47721.9	60115.0
	Total Mundial	177923.4	232310.7

Fuente: Elaboración propia con datos de Beverage Marketing Corporation en WWW.BOTTLEDWATER.ORG

Tabla 6. Mercado Mundial del Agua Embotellada

Consumo per cápita por los principales países 2006-2011					
2011		Galones Per Cápita		Litros Per Cápita	
Rank	Países	2006	2011	2006	2011
1	México	50.5	65.5	191.2	247.9
2	Italia	53.6	49.9	202.9	188.9
3	Tailandia	21.7	44.9	82.1	170.0
4	Emiratos Árabes Unidos	31.6	43.2	119.6	163.5
5	Bélgica Luxemburgo	38.3	38.3	145.0	145.0
6	Francia	37.5	36.3	142.0	137.4
7	Alemania	34.1	36	129.1	136.3
8	Líbano	31	32.8	117.3	124.2
9	España	20.1	29.3	76.1	110.9
10	Suiza	29	29.4	109.8	111.3
11	Estados Unidos	27.6	29.2	104.5	110.5
12	Hungría	23	28.7	87.1	108.6
13	Croacia	21.6	28	81.8	106.0
14	Eslovenia	22	27.9	83.3	105.6
15	China, Hong Kong SAR	20.4	27.5	77.2	104.1
16	Qatar	22.6	27.3	85.6	103.3
17	Cypus	27.1	26.9	102.6	101.8
18	Arabia Saudita	25.7	26.4	97.3	99.9
19	Austria	21.8	25	82.5	94.6
20	Portugal	24.3	23.9	92.0	90.5
	PROMEDIO GLOBAL	7.2	8.8	27.3	33.3

Fuente: elaboración propia con datos de 2011 Market Report Findings, IBWA

México es líder a nivel mundial en consumo de agua embotellada, con una demanda de 169.8 litros anuales per cápita, 15% más que Italia que es el segundo en la lista de consumidores con 147.5 litros (Diario presente, 2014).

México no sólo es número uno en consumo de agua embotellada común, sino que también lo es en el consumo de agua "premium" este tipo de agua tiene la particularidad de que no es tratada a diferencia de la comercial, ya que esta puede provenir de un "manantial", una "filtración volcánica" o un "pozo profundo".

Según datos de Euro monitor, agencia especializada en consumo, el mercado de agua embotellada generó 10,036 millones de dólares en el 2013. En el periodo de 2006 y 2013 este mercado ha mostrado una tasa promedio de crecimiento anual de 11.86 por ciento. De las marcas más destacadas en este negocio son Danone con Bonafont, Coca Cola con Ciel y PepsiCo con Epura, sin embargo, no son las marcas que compiten en el ámbito Premium (Rivas R., 2014).

Hay varias marcas premium como Evian, Perrier, VIS, Pellegrini, Fiji y Bui, de las más importantes son Fiji que se hizo famosa cuando celebridades comenzaron a usarla, BKL es una marca que el agua proviene de Canadá y su principal atractivo es que contiene el ácido fúlvico, que tiene propiedades benéficas para la salud.

El agua Premium ostenta aproximadamente un 10 % de participación frente agua embotellada regular, sin embargo se quedan con 45% del valor de mercado ya que su precio suele ser entre 63% y hasta 163% más caro que el de bebidas comerciales. Todas las marcas premium han aprovechado el aumento de la demanda de agua embotellada, ya que crece un 20% anual, para colocar sus productos en el mercado, que duplican el precio de las marcas comerciales (Diario presente, 2014).

"Si bien el 85% de las ventas de agua embotellada es de garrafón de 20 litros, la categoría de agua para consumo individual es la más rentable. De ahí la entrada de cada vez un mayor número de marcas", asegura la directora general de agua Premium Bui (Diario presente, 2014).

Estos productos suelen ser más caros que el petróleo, gas y leche porque en teoría tienen un tratamiento extra, porque se venden como agua purificada, comenta el director de Puma agua¹⁵ en la entrevista de radio exprés Revista del Consumidor, sin embargo hay algunas opciones no exploradas que se pueden hacer en casa para aminorar el consumo de este producto, como son:

- ✓ Hervir agua
- ✓ Filtros

¹⁵Fernanda T. entrevista radio exprés Revista del Consumidor

- ✓ Lámparas ultra violeta¹⁶
- ✓ ozonificación¹⁷

La publicidad de las empresas encargadas de dicho producto ha provocado también el aumento de este consumo, se centran en que es purificada a diferencia de la que se puede obtener por medio de la red pública, además de que aprovechan las nuevas tendencias, como estar saludable, que se necesita comer adecuadamente lo que incluye tomar litros de agua simple al día, o ejercitarse para estar saludable, lo que dará sed y necesitara de agua “purificada” para rehidratarse. También a estas tendencias se unen las nuevas campañas de envases menos durables, que se desechan con mayor facilidad, vendiendo la idea de que esta característica es mejor para el medio ambiente.

2.2.2 Consumo de PET

Las botellas de PET para agua bebible, llegaron al país a mediados de la década de los ochentas teniendo gran aceptación entre los consumidores en parte no solo por la novedad sino por necesidad debido al terremoto ocurrido en México en el 85.

El presidente de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC) menciona que a pesar del incremento de un 10% por año del reciclado de PET en el País, se encuentra lejos de la actividad que realizan países como los europeos o Estados Unidos, también menciona que la industria del reciclaje de PET asciende a los 3,000 millones de dólares anuales.

“México produce 800,000 toneladas de PET, de las cuales sólo recicla 55,000 toneladas, mientras que el volumen de recolecta al año equivale a 150,000

¹⁶ Los microbios tales como: bacterias, virus, hongos, levaduras, protozoos etc. Sean gérmenes de tipo patógeno o no, son seres vulnerables a los efectos de la luz ultravioleta en las longitudes de onda próximas a 253.7 nanómetros (rango UV-C), donde ésta actúa como germicida afectando a la estructura molecular del microorganismo, esterilizándolo e impidiendo su reproducción.

¹⁷ El ozono en agua es el oxidante natural más rápido y efectivo que existe tiene un alto poder bactericida y fungicida, destruye los microorganismo rompiendo por oxidación su capa protectora (lípidos), el ozono en agua es 12 veces más soluble que el oxígeno, los productos químicos actúan por envenenamiento enzimático de los centros vitales, por lo que el ozono resulta ser miles de veces más rápido que los productos químicos.

toneladas” (González L., 2011), esto se debe a que el 62% del PET post-consumo recupera se exporta a China o Estados Unidos (Ecoce, 2013). Esta industria tiene alrededor de 100 empresas mexicanas que se dedican a la producción, acopio, lavado y reciclado del PET. Gracias a esto hay aproximadamente 27,000 trabajos directos en la industria y 150,000 indirectos.

Tabla 7. Precios de Compra del PET Post-consumo

PET (MXN/Kg)		
TIPO	Menudeo	Mayoreo
Pet post-consumo a granel ¹⁸ mixto	\$ 1.88	\$ 4.03
Pet post-consumo en pacas mixto	\$ 3.76	\$ 6.44
PET hojuelas limpias natural	\$ 7.25	\$ 12.08
PET pellets natural	\$ 12.08	\$ 16.11

Fuente: www.recimex.com (2/10/2013), Precios al 9 Abril del 2013

Notas:

- Precios en pesos mexicanos (MXN) por kilogramo, libre a bordo (LAB) la planta de reciclaje
- Menudeo: cargas de menos de 15 ton. Mayoreo: cargas de 15 ton o más

De acuerdo con los precios mencionados anteriormente, se presenta una estimación de lo que se recauda con el acopio de PET antes de su reciclaje, se multiplican las 150 mil toneladas que se logran recuperar por el precio (en menudeo), del PET post-consumo en sus diferentes maneras de acopio, ya sea en pacas o a granel:

Tabla 8. Ganancias Recaudadas por Acopio de PET

PET (MXN/Kg)			
TIPO PET post-consumo	Menudeo	Mayoreo	Menudeo
Granel mixto	\$ 1.88	\$ 4.03	\$282,00,000.00
Pacas mixto	\$ 3.76	\$ 6.44	\$564,00,000.00

Fuente: elaboración propia con datos de www.recimex.com

¹⁸ A granel: Carga a granel es un conjunto de bienes que se transportan sin empaquetar, ni embalar en grandes cantidades.

Se estima que cada mexicano consume en promedio de 7 a 8 Kilogramos de Polietileno de Tereftalato (PET) al año, equivalente a 200 envases per cápita aproximadamente (González L., 2011).

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 que realiza el INEGI, son 112'336,538 millones de habitantes en México, si cada habitante consume en promedio 7.5 kilogramos de PET, serían aproximadamente 22,467,307,600 envases (veintidós mil cuatrocientos sesenta y siete millones, trescientos siete mil seiscientos) o bien 842,524.035 toneladas a nivel nacional.

Si actualmente se recolectara el 100% del PET post-consumo con los precios anteriormente mencionados, se generarían las ganancias que a continuación se muestran en la siguiente tabla, solo por recolectar los residuos de este tipo, sin embargo debido a que en la actualidad no se reciclan por completo los desechos plásticos generados, en seguida se muestra la cifra de la pérdida de ganancia debido al bajo porcentaje de reciclado de PET en el país.

Tabla 9. Estimado de ganancias si se recolectara el 100% del PET

Granel
Total de kilos consumidos por la población
842524035 kg
Estimado de ganancias al recolectar el 100% del PET
\$ 1,583,945,185.80

Fuente: elaboración propia con datos de www.recimex.com

Nota: El precio que se toma para el ejemplo es de PET post-consumo a granel mixto, el cual se multiplica por el total de kilos consumidos por la población

Tabla 10. Estimado de pérdidas por no recolectar el 100% del PET

Granel (precio menudeo)
Total de kilos consumidos por la población
842524035 kg
Estimado de ganancias al recolectar el 100% del PET
\$ 1,583,945,185.80
Menos
Ganancias recaudadas por acopio de PET
-\$103,400,000.00
Igual a ganancias no recaudadas
= \$ 1,301,945,185.80

Fuente: elaboración propia con datos de www.recimex.com

Uno de los grandes obstáculos para el reciclaje del PET en el país, es la transportación de los envases una vez que han sido recolectados ya como residuo, es decir, post consumo. Estos envases en conjunto, ocupan mucho espacio en los camiones que se dedican a su recolección, ya que vienen de los hogares u otros lugares sin comprimir y es por ello que se incrementa el costo del transporte.

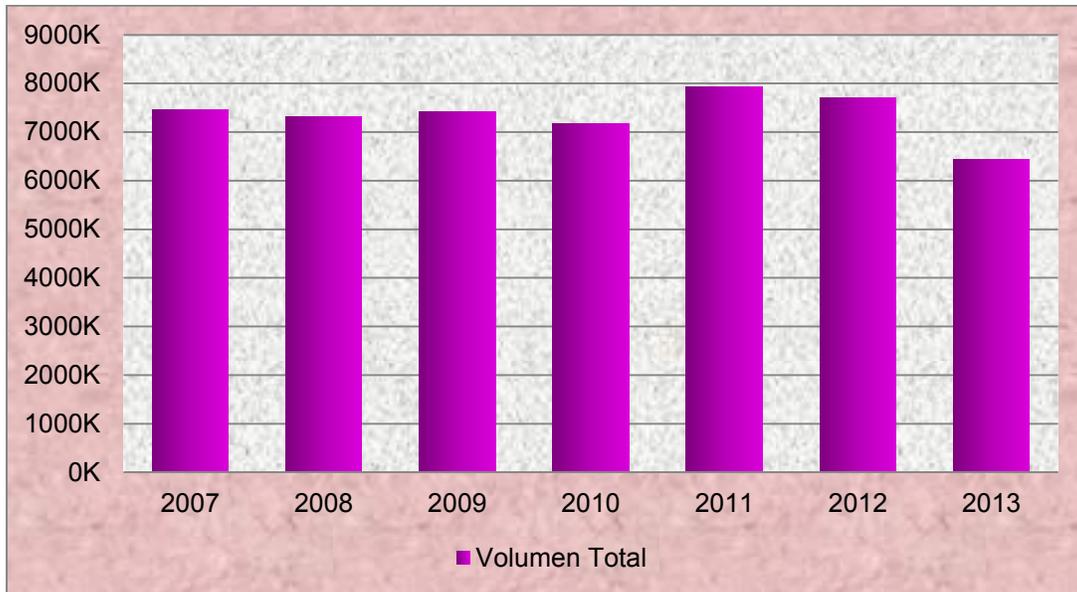
Datos proporcionados por la Directora de carrera de Ingeniería en Desarrollo Sustentable del Tecnológico de Monterrey Campus Santa Fe, menciona que aproximadamente el 39% del PET producido, se recupera, lo que deja un 61% en los distintos rellenos sanitarios del país, porcentaje alarmante pues no se recicla ni la mitad de lo que se consume, estas cifras solo revelan que es necesario aumentar los programas destinados al reciclaje así como hacer más eficientes a los que se encuentran ya en función.

“Durante los últimos tres años el porcentaje de producción, consumo y recolección de PET se ha incrementado en un 10 por ciento” (González L., 2011) a continuación se muestran gráficas del aumento de la producción de envases de PET y su valor (en miles de pesos):

Tabla 11. Aumento de la producción y valor de envases de PET

Año	Volumen Total	Valor Total
2007	7449435	9134487
2008	7313407	9432212
2009	7407050	9613082
2010	7179609	9378281
2011	7928042	10196805
2012	7703466	9580914
2013	6433046	8348998

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.



Gráfica 5. Producción de PET Volumen Total (miles de piezas)

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.



Gráfica 6. Valor de PET Volumen Total (miles de pesos)

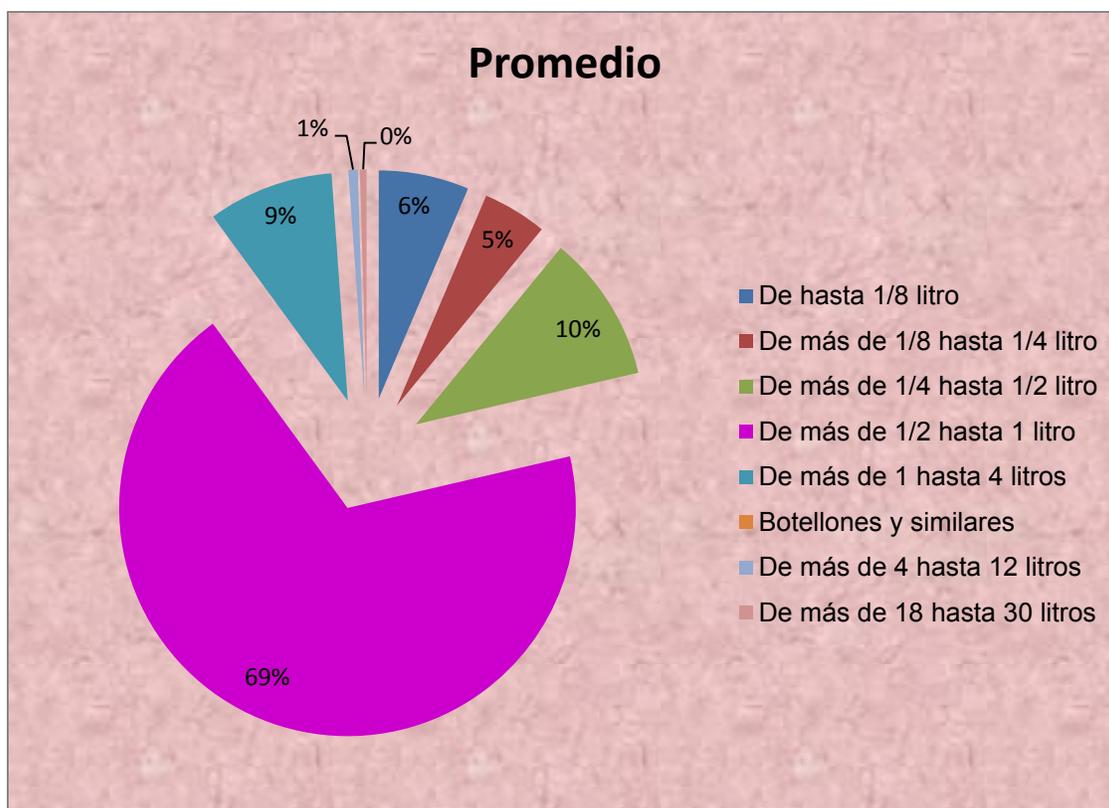
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.

Tabla 12. Producción de Frascos, Botellas y Botellones, volumen

Volumen (miles de piezas) Frascos y botellas	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio
De hasta 1/8 litro	373K	406K	448K	540K	647K	635K	635K	481K
De más de 1/8 hasta 1/4 litro	304K	315K	327K	339K	354K	373K	385K	342K
De más de 1/4 hasta 1/2 litro	845K	823K	809K	786K	766K	744K	728K	786K
De más de 1/2 hasta 1 litro	5201K	5182K	5168K	5186K	5183K	5162K	5093K	5168K
De más de 1 hasta 4 litros	645K	647K	657K	665K	677K	693K	710K	671K
Botellones y similares								
De más de 4 hasta 12 litros	48K	48K	49K	50K	51K	51K	52K	50K
De más de 18 hasta 30 litros	34K	35K	35K	36K	36K	37K	37K	36K

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.

Nota: la K= miles, es una abreviación.



Gráfica 7. Fabricación botellas de plástico por tipo, volumen (miles de piezas)

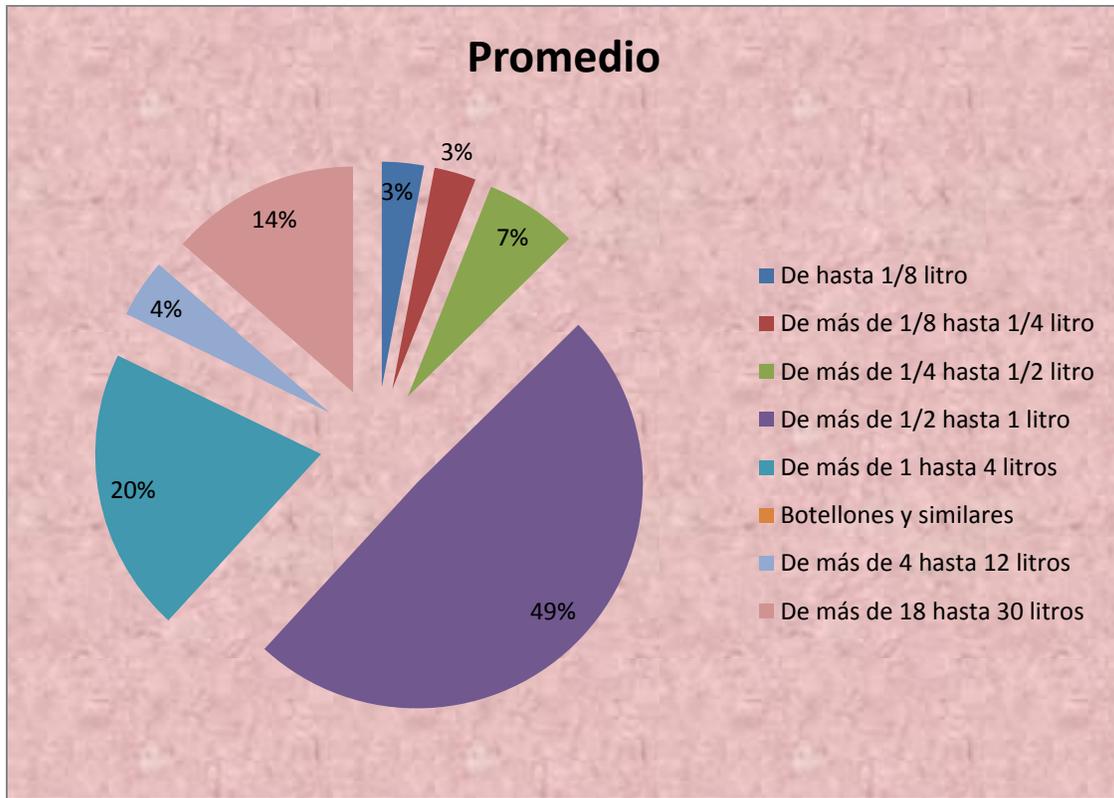
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.

Tabla 13. Producción de Frascos, Botellas y Botellones, valor

Valor (miles de pesos precios corrientes) Frascos y botellas	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio
De hasta 1/8 litro	212K	231K	226K	251K	292K	300K	461K	282K
De más de 1/8 hasta 1/4 litro	231K	273K	232K	213K	344K	397K	283K	282K
De más de 1/4 hasta 1/2 litro	702K	561K	559K	599K	585K	650K	713K	624K
De más de 1/2 hasta 1 litro	4999K	4819K	4954K	4905K	5175K	4296K	3140K	4612K
De más de 1 hasta 4 litros	1482K	1951K	1951K	1698K	2165K	2105K	2032K	1912K
Botellones y similares								
De más de 4 hasta 12 litros	274K	272K	378K	434K	458K	462K	475K	394K
De más de 18 hasta 30 litros	1234K	1324K	1312K	1279K	1178K	1372K	1245K	1278K

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.

Nota: la K= miles, es una abreviación.



Gráfica 8. Fabricación botellas de plástico por tipo, valor (miles de pesos)
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.

3. LOS TEXTILES FABRICADOS CON PET RECICLADO Y SUS PERSPECTIVAS COMO NEGOCIO

3.1 El Proceso de Obtención de Textiles Desde el Reciclado de PET

El Polietileno Tereftalato (PET) tiene múltiples propiedades que le otorgan determinadas ventajas frente a otros materiales. Sus propiedades físicas y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas, han sido las razones por las que ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y de gran cantidad de envases.

La transformación de un envase ya usado en ropa nueva, es posible gracias a que el PET grado de botella se elabora con los mismos derivados del petróleo, con los que se fabrica el poliéster.

Para conseguir la fibra textil con PET reciclado, primero se debe reciclar este por medio de procesos tales como: picado, lavado y granulado, que se explicaron anteriormente en la presente investigación. De este proceso se extraen prácticamente todos los derivados del petróleo que se encuentran en los recipientes desechados, cuando se obtiene este componente, se fabrica una fibra sintética que posteriormente se tejera hasta formar una tela (Anónimo, 2011).

En el estudio de Análisis de Ciclo de Vida de bolsas de PET provenientes de reciclado, realizado por el centro de análisis de ciclo de vida y diseño sustentable (2010), se menciona que para la producción de fibra textil, se requiere el PET reciclado en hojuelas.

Un tornillo en forma de gusano impulsa los pellets a través de tubos calientes, mientras se derriten, una vez derretido está listo para ser transformado en fibra de hilo. La textura del hilo es rígida, similar a un hilo dental, por lo cual es necesario introducirlo en

unos rollos de goma para estirarlo y realinear las moléculas mientras se embobinan, quedando una textura similar a la textura de la lana.

Las fibras obtenidas del reciclaje de PET post-consumo, se emplean para diversos productos, como por ejemplo, en rellenos de edredones o almohadas, en la confección de este bien se llega a mezclar en diversos porcentajes con el algodón.

Sin embargo lo ideal sería solo usar las fibras del PET por motivos de protección al ambiente, debido a las grandes cantidades de agua que requieren los cultivos de este producto agrícola, es por ello que el reciclado del PET no sería tan amigable con los recursos naturales si se combina con fibras de algodón.

3.2 Beneficios al Medio Ambiente

Como se ha mencionado, el tiempo para que se degrade naturalmente el PET es elevado, es necesario considerar su recuperación mediante los distintos tipos de reciclados para este, con estas diferentes formas se puede evitar la utilización de recursos naturales no renovables además disminuir el consumo de energía.

El PET reciclado se le conoce como RPET y tiene la ventaja de ser fácilmente recuperado con maquinaria. Además puede ser reciclado en plantas de recuperación de energía, pues crea calor que equivalente al que el carbón de grado inferior llega a generar. “Sus gases de combustión son limpios y, una vez recuperado, tiene distintas aplicaciones en diversos campos” (Recupera, 2012).

Otra de las ventajas de reciclar el PET es al ahorro del valioso petróleo, ya que un kilo de PET se compone por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire, por cada dos toneladas que se recuperen de plástico se podrá ahorrar una tonelada de petróleo. Si este tipo de combustible se consume en menor medida generará menos CO₂, provocando que disminuya la lluvia ácida y así reducir el efecto invernadero.

En el capítulo II del presente trabajo, se indica que en México produce 800,000 toneladas de PET de las cuales solo reciclan 55,000, se mostrará el ahorro en petróleo si se recicla el 100% y de la cifra real del PET post-consumo,

Tabla 14. Ahorro de petróleo, con reciclado de PET post-consumo.

Producción de PET toneladas	Ahorro de petróleo toneladas
Si se recicla el 100%	
800,000	400,000
Lo que realmente se recicla (55,000)	
800,000	27,500

Fuente: elaboración propia con datos de *El ECONOMISTA* (González, 2011)

Con la producción de estos nuevos materiales con ingredientes reciclados, se reduce la energía usada en un 50%, lo que trae consigo diversos beneficios ambientales. Uno de los beneficios más importantes al ahorrar energía es la reducción de emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) como se señaló, pues con ello se retrasa el calentamiento global y el cambio climático, además de lluvias ácidas, mareas negras, contaminación del aire etc. (Neuman G., s. f.), es decir un 60% menos de contaminación en el aire, dato proporcionado por Ecoalf.

La empresa Eko¹⁹ tiene otras cifras en cuanto a los beneficios ambientales de los textiles a base de PET reciclado, pues afirma que la “resina reciclada utiliza un 92% menos de energía que todo el proceso para fabricar el mismo producto con materias vírgenes, así mismo las emisiones de CO₂ se reducen en un 72% al comparar con la producción de resina virgen” (EKO, sin fecha). Aunque estas dos empresas difieran en los números sobre los beneficios de este negocio es claro que ambas coinciden en que este tipo de producción es benéfico para el medio ambiente.

¹⁹ Es la marca de Enka de Colombia para sus productos ecológicos de alto valor agregado, manufacturados a partir de materiales reciclados.

Todo lo anteriormente mencionado, supone que habrá un ahorro en la fabricación de productos nuevos, gracias a la obtención de una materia prima sin la necesidad de extraer nuevos recursos, además de una disminución de la saturación en los vertederos, es decir, menores costes medioambientales, siempre y cuando dichas actividades se realicen de forma sostenible y con conciencia en un uso razonable de recursos.

3.2.1 La Importancia de la Huella Hídrica

Un recurso sumamente importante y en el cual se tendría que poner bastante atención es el agua, componente esencial de la biosfera y de todo ser vivo. El 98% del total es agua salada que no puede ser usada para beber, ni en riego y tampoco en procesos industriales, descontando el agua sólida solo queda 0.25% de agua potable líquida, por lo que quizá el problema en concreto no solo sea la escasez, como en el caso de los combustibles fósiles sino más bien su contaminación, química y bacteriológica, la primera por el desarrollo industrial (industrias químicas y de materiales), y la segunda por deficientes sistemas cloacales y de depuración (Mari E., 2000).

La mayor parte del agua manipulada en la producción de bienes, se contamina debido a las sustancias químicas utilizadas en dichos procesos (como por ejemplo la lejía o cloro para blanquear las prendas de algodón) "siempre existe el peligro de que esas toxinas se filtren en las aguas subterráneas o se derramen de los recipientes contenedores para caer en ríos y mares, si es que el agua no se arroja directamente allí, como ocurre con mucha frecuencia" (Leonard A., 2010).

Otro uso y explicación importante del agua y su agotamiento, es en las maquinarias usadas en las industrias, es decir, toda la electricidad que se genera a partir de combustibles fósiles (carbón, petróleo, y gas natural), se encuentra en centrales termoeléctricas que requieren agua para enfriarlos. Ya que los combustibles son utilizados en la mayoría de los procesos productivos, es claro el constante uso, desperdicio y contaminación del agua. Sin embargo, el sector industrial consume menos agua que el sector primario.

"El uso excesivo del agua, sumado a las sequías, la contaminación, los trastornos climáticos, el desvío hacia usos industriales y agrícolas, así como la desigualdad en el acceso, contribuirán a la escasez de este recurso" (Leonard A., 2010).

Parte importante del porque considerar el negocio de textiles con PET reciclado, es el hecho de poder contribuir a contrarrestar la situación de contaminación y agotamiento del agua, recurso sumamente valioso para la vida humana. Este preciado recurso puede llegar a contaminarse debido a ambas industrias (textil, plástico) cuando se encuentran produciendo sus respectivos productos, pero una vez que estos son desechados también llegan a contaminar el agua como se menciona anteriormente en este trabajo.

Un movimiento global exige que el agua sea administrada por autoridades públicas y no por empresas privadas, ya que estas promueven la privatización de las redes de aguas con el fin de obtención de ganancias a través de la industria de agua embotellada (venderla a granel), si la población de cierto lugar se queda sin su propia agua tendrá que pagar por el agua de otras regiones, en vez de aprovechar la de su región.

En cuanto a la utilización y por lo tanto agotamiento del agua no solo es a través del consumo directo, como tomar agua, bañarse, lavar ropa o los trastes, etc. (es solo el 4% del agua usada en la vida diaria), también existe un consumo indirecto, por ejemplo cuando ingerimos algún alimento, o utilizamos algún servicio "indirectamente aprovechamos el agua involucrada en sus procesos de producción, que es donde utilizamos la mayor parte del agua" (WWF México, 2012).

Un ejemplo de consumo indirecto de agua puede ser cualquier objeto, pues casi nadie se detiene a pensar en cómo se produjo ese bien, y mucho menos se piensa en el agua detrás de él. A fin de poner en descubierto estas aguas "invisibles" un profesor británico llamado John Allan propuso el concepto de "agua virtual", para monitorear el uso de recursos hídricos. El agua virtual es la cantidad de agua

inserta en los alimentos u otros productos, es decir, la cantidad de agua que se necesita para extraer y producir cada artículo (Leonard A., 2010).

Es verdad que todo contiene agua, a lo mejor algunos productos a simple vista pueda parecer que no, sin embargo, al momento de producirlos, se requiere de este recurso, es lo que se llama huella hídrica (HH), “toma en cuenta toda el agua que de alguna manera nos apropiamos para nuestras actividades, con lo que alteramos el ciclo del agua. La HH puede aplicarse a productos, regiones, organizaciones o personas y puede referirse a la producción o consumo”(WWF México, 2012).

No hay que confundir entre agua virtual y HH, la primera solo se refiere al volumen, es decir la cantidad que contienen de agua los bienes y servicios, en cambio la HH nos da un amplio panorama de como los productos e incluso las personas a través de la adquisición de sus mercancías, contaminan y consumen el agua, la HH también muestra la trayectoria del agua usada en estos procesos.

Este concepto ayuda a tener un enfoque más amplio de como visualizar y tomar en cuenta el consumo real del agua de las diferentes actividades humanas, para poder relacionarlo con factores que antes eran considerados externos, tales como el comercio. Esto nos dará un resultado más acertado del consumo de agua y se podrán abordar de distinta manera los problemas de este recurso natural a través del concepto de agua virtual, pues incorpora al análisis los flujos de agua implícitos en el intercambio de mercancías.

La siguiente imagen muestra la HH de México. Cada país tiene diferentes hábitos de consumo es por ello que la HH varia para cada región dependiendo de los bienes y servicios que llegan a obtener.



Figura 9. Huella Hídrica México

Fuente: AgroDer SC con información de WFN, 2011

“México es el 11° país con mayor HH de producción en el mundo. La producción agrícola es el componente mayoritario, seguido del sector pecuario (pastoreo y producción), juntos representan el 91%. El consumo doméstico e industrial son responsables del 9% de la HH restante.

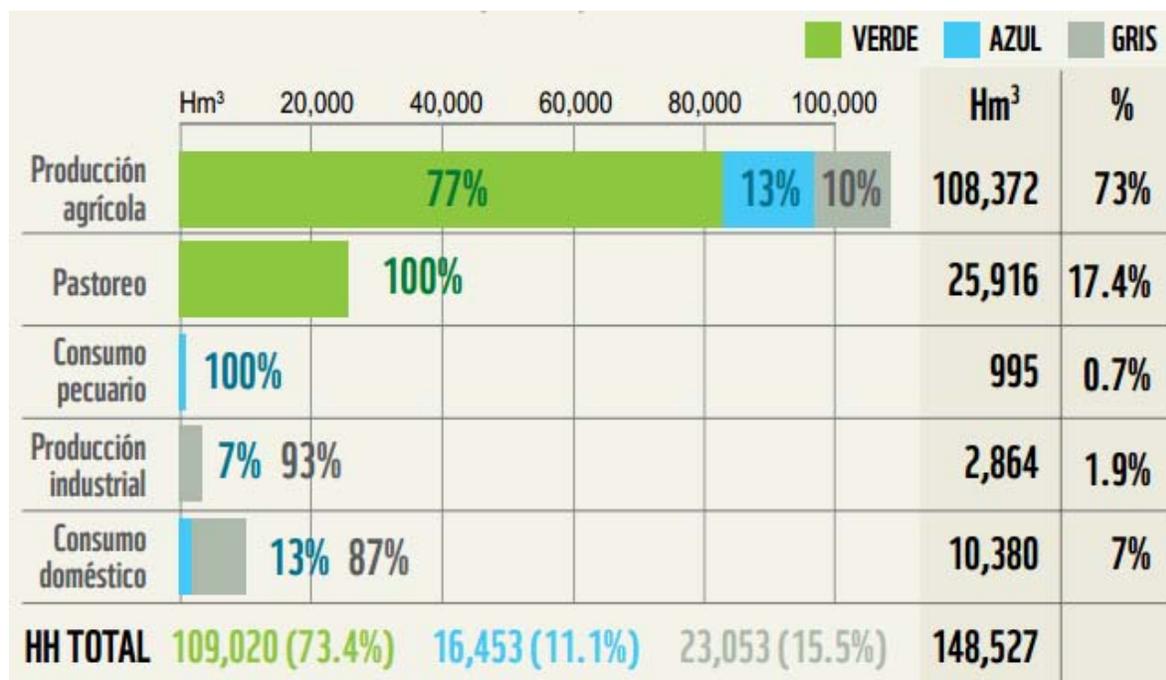


Figura 10. Huella Hídrica de Producción en México

Fuente: AgroDer SC con información de WFN, 2011

“El contenido de agua virtual de una playera de algodón, resulta de sumar el agua utilizada para el crecimiento de las plantas y la que se deriva del procesamiento industrial de la semilla de algodón, de la cual se obtiene la tela” (CONAGUA, 2007).

En un documento proporcionado por la CONAGUA (2007) sobre el agua virtual y la huella hídrica menciona que:

Para obtener un kilo de tela de algodón, se requieren aproximadamente 10,800 litros de agua. De la cual; 45% representa el agua para riego consumida por el cultivo, el 41% es agua de lluvia que se evapora del campo de cultivo, durante el periodo de crecimiento; y 14% es el agua necesaria para diluir el agua residual que resulta del uso de fertilizantes en el campo y de sustancias químicas en la industria textil: para el blanqueamiento de la tela se requieren aproximadamente 30 mil litros de agua por tonelada de algodón y para el teñido de tela 140 mil litros por tonelada. Así, una playera de algodón, con un peso aproximado de 250 gramos tiene una huella hídrica de 2700 litros.

Producto	Contenido virtual de agua (Litros)
1 rebanada de pan (30 g)	40
1 papa (100 g)	25
1 manzana (100 g)	70
1 jitomate (70 g)	13
1 huevo (40 g)	135
1 hamburguesa (150 g)	2 400
1 vaso de cerveza (250 ml)	75
1 vaso de leche (200 ml)	200
1 taza de café (125 ml)	140
1 copa de vino (125 ml)	120
1 vaso de jugo de naranja (200 ml)	170
1 par de zapatos (cuero)	8 000
1 playera de algodón (mediana, 500 g)	4 100
1 hoja de papel A4 (80 g/m ²)	10
1 microchip (2 g)	32

Figura 11. Contenido virtual de agua promedio de algunos productos

Fuente: SEMARNAT 2007

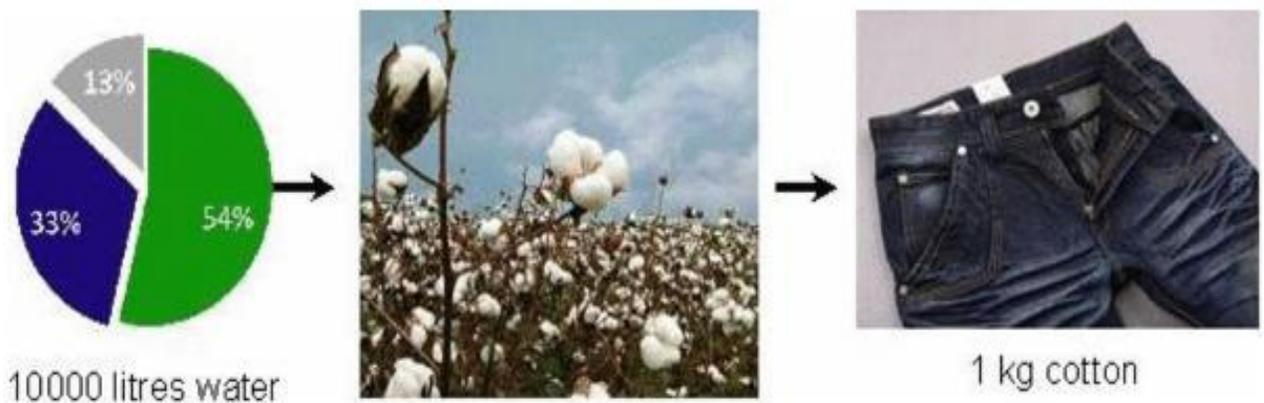


Figura 12. Huella hídrica de algodón

Fuente: www.huellahidrica.org

En México el algodón se encuentra dentro de los 10 cultivos con más hectáreas sembradas en modalidad de riego²⁰ en todo el territorio.

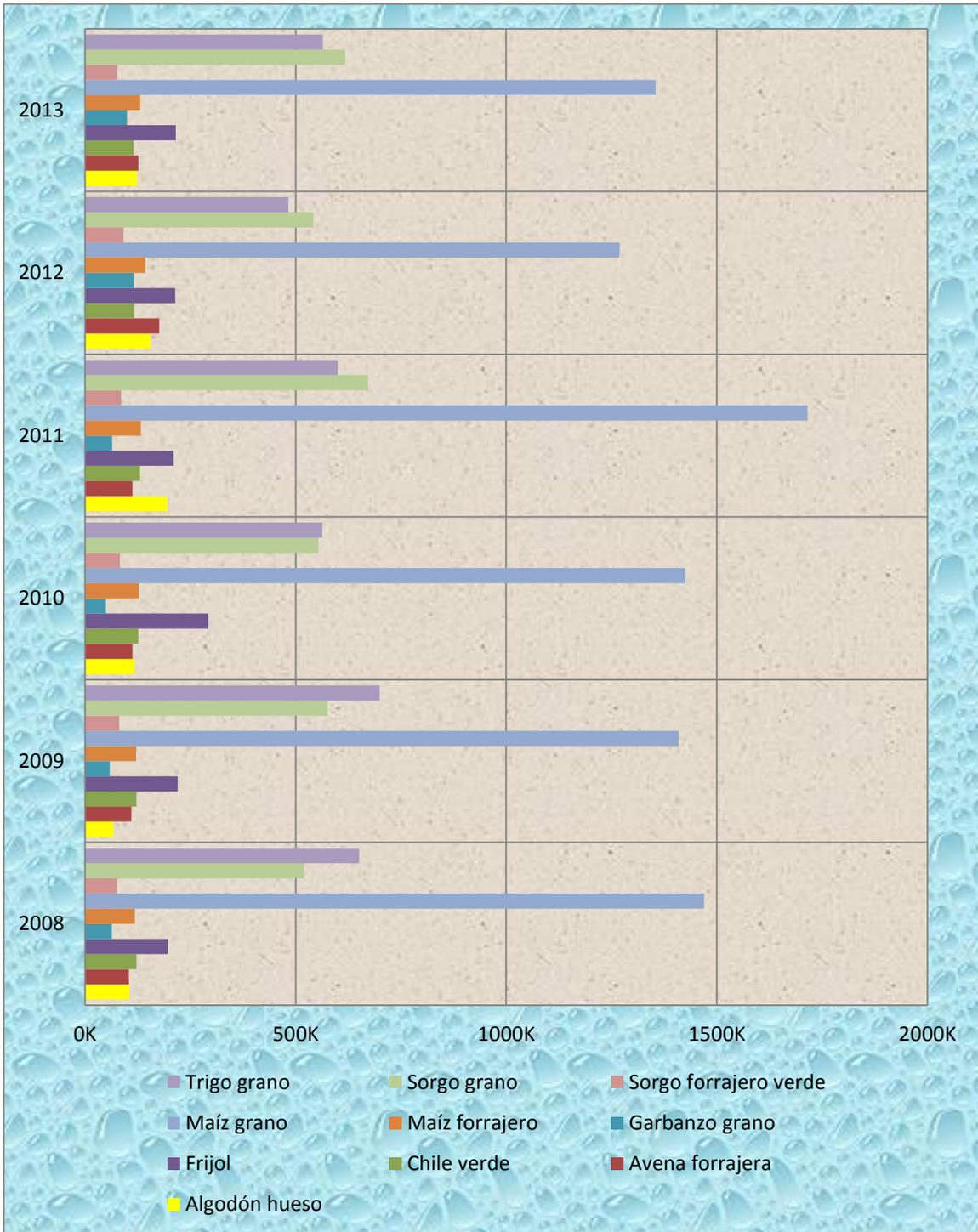
Tabla 15. Los diez cultivos con más hectáreas destinadas a su sembradío

Cultivo	Superficie Sembrada (Ha)					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Algodón hueso	105K	67K	118K	195K	155K	123K
Avena forrajera	104K	110K	112K	113K	176K	126K
Chile verde	122K	122K	127K	131K	116K	115K
Frijol	197K	220K	292K	210K	214K	215K
Garbanzo grano	64K	58K	49K	64K	116K	99K
Maíz forrajero	118K	121K	128K	132K	142K	131K
Maíz grano	1470K	1410K	1425K	1715K	1269K	1354K
Sorgo forrajero verde	76K	81K	82K	85K	91K	76K
Sorgo grano	520K	576K	554K	672K	542K	618K
Trigo grano	651K	699K	563K	599K	482K	565K

Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Nota: K= miles

²⁰ Modalidad de riego: se refiere a que solo se consideran las hectáreas que específicamente la siembra usa el riego, ya que la otra forma sería de temporal que quiere decir que solo dependen de la época de lluvias, en síntesis del clima.



Gráfica 9. Superficie Sembrada

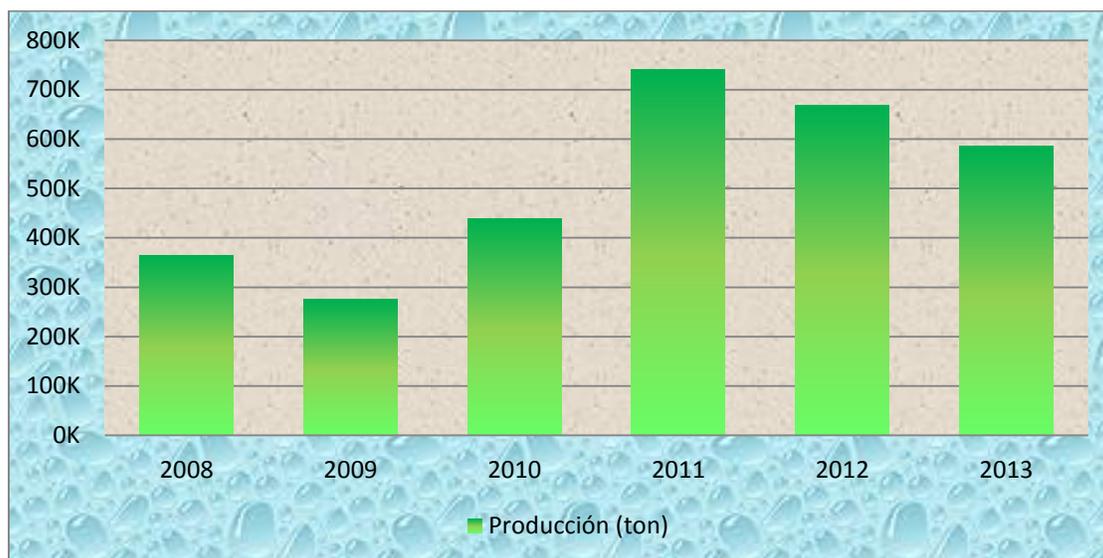
Fuente: Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Tabla 16. Producción de Algodón toneladas

Algodón hueso	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Producción (ton)	365K	275K	439K	742K	669K	585K

Fuente: Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Nota: K=miles



Gráfica 10. Producción Algodón hueso (ton)

Fuente: Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

En promedio se utilizan 11,000 litros de agua para producir 1 Kg de algodón en el mundo, es por ello que es uno de los cultivos de mayor consumo de agua (WWF México, 2012). A continuación se muestra una tabla del aumento del agua virtual que se ocupa para la producción de algodón en los últimos años.

Tabla 17. Agua Virtual de la producción de Algodón en México²¹.

Algodón hueso	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Producción (ton)	365K	275K	439K	742K	669K	585K
Producción Kg	365.1M	274.8M	438.9M	741.7M	668.6M	585.0M
Algodón Pluma	127.8M	96.2M	153.6M	259.6M	234.0M	204.7M
Litros usados	1405555.9M	1058136.4M	1689839.4M	2855435.5M	2573972.9M	2252123.5M

Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Notas: M= millones

²¹ Coeficiente de conversión.- De Algodón Hueso a Algodón semilla: para convertir el algodón hueso a semilla se utiliza el coeficiente 0.35, de la siguiente manera: si se desea convertir 100 Kg de algodón hueso a algodón pluma, se multiplica el número 100 por 0.35, el resultado de la multiplicación es 35. Este resultado indica que de 100 Kg de algodón hueso se obtienen 35 Kg de algodón pluma.

"El mayor potencial de reducción posible en el consumo de este recurso es el control del agua que se usa en la agricultura, en la producción energética y como ingrediente en la producción industrial" (Leonard A., 2010).

De acuerdo con datos publicados en el informe de Bottled Water Association del 2013 sobre la Huella Hídrica de una botella de plástico, se indica que se necesitan 1.39 litros para hacer un litro de agua, menos que el promedio mundial de una bebida carbonatada que requiere de 2.02 litros de agua (anónimo, 2013). Sin embargo, los ambientalistas critican el estudio ya que no considera toda el agua incluida en la producción del bien, pues la huella hídrica no sólo se refiere al contenido (agua bebible), sino al proceso de producción de la botella además del packaging²².

En otro estudio publicado en 2009 por el Institute for Water Education de la Unesco, se hace una investigación de la huella hídrica de una bebida gaseosa de medio litro (botella de PET más el contenido), la cual tiene una HH entre 169 y 309 litros usados, depende de la región donde se produce, del estudio se toma la más alta que es cuba y la más baja que es países bajos (Ercin a., Aldaya M. y Hoekstra A., 2009). Para el envasado del producto se usa sólo el 4% del total del agua, es decir 6.76 de los 169 Litros y 12.36 de los 309. En el proceso de producción la cantidad de agua es muy pequeña 1%, en comparación con la cadena de suministro, se usan solo 1.69 y 3.09 del total. En conclusión la producción de la botella de PET de medio litro es menor al contenido, en total solo se utiliza 8.48 litros de 169 del producto terminado, y 15.45 litros de 309, es decir, que en promedio se usan 11.965 litros para la fabricación de la botella de PET de medio litro.

Cabe señalar que, en la actualidad se usa 20 veces más los plásticos que hace 50 años, de acuerdo con la empresa Ecoalf²³ se puede utilizar la vida útil de dicho

²² Es la ciencia, el arte y la tecnología de inclusión o protección de productos para la distribución, el almacenaje, la venta y el empleo.

²³ Empresa española que tiene como objetivo crear la primera generación de productos de moda fabricados con materiales reciclados con el mismo diseño y calidad que los mejores productos no reciclados. No solo

material siempre y cuando se reutilicen y reciclen las veces que sea posible. Esta empresa menciona que con las prendas a base de fibras con PET reciclado hay un ahorro del agua del 20% a diferencia de los productos con textiles convencionales, no sólo hay reducción del uso del recurso natural, sino que también una disminución en su contaminación.

Se requieren 2900 litros de agua para obtener una camiseta de algodón de 250 g., en cambio si el PET se recicla con el propósito de crear prendas de vestir con solo 14 botellas de 20 oz (600 ml) producen suficiente fibra para hacer una playera extra grande, 63 botellas de 20 oz (600 ml) son suficientes para hacer un suéter, 85 botellas de 20oz (600 ml) pueden producir la fibra necesaria para un saco de dormir, como el sector industrial no consume tanta agua virtual como los productos agropecuarios es notable que el crear prendas con PET reciclado es una buena opción para aminorar el problema de contaminación y agotamiento del agua.

Tabla 18. Estimado de litros usados en varios productos, manufacturados con PET reciclado

	Botellas usadas (600 ml)	Botellas usadas (500 ml)	Litros usados (Promedio 11.965)
Playera extra grande	14	16.8	201
Suéter	63	75.6	904.5
Saco de dormir	85	102	1220

Fuente: elaboración propia con datos de Institute for Water Education

La tabla anterior solo muestra una aproximación de los litros usados en los distintos bienes presentados, ya que se toma en cuenta los litros usados de la fabricación de una botella PET con fibra virgen, pues no hay medición de la HH de textiles hechos con RPET. A pesar de esta limitación en la investigación, es notorio que incluso con PET virgen se ahorra mucha más agua que los materiales de algodón.

reciclan botellas de plástico sino también. Redes de pesca abandonadas, neumáticos usados, posos de café, algodón post-industrial y lana post-industrial.

3.3 El Negocio de Textiles Fabricados con PET Reciclado

En México se generaban 3.8 millones de basura plástica en 2011, en el mismo año se dio un aumento del reciclado de plástico pasando de 15 al 17%, gracias a los programas de separación de basura, datos proporcionados por la organización ANIPAC.

La organización ANIPAC, indica que en un año se recolectan 3'806,392 toneladas de "basura plástica", 1400 toneladas de estos residuos, se generan en la capital del país por día, de las cuales solo 300 toneladas se reciclan ya sea por medio del reciclado mecánico o energético, 38% de las 150 toneladas que son exportadas es PET.

Las botellas de PET post consumo, pueden ser recicladas casi en su totalidad (se reutiliza el 99% de la botella), como lo hace la empresa Morpfoplast²⁴, utilizando las tapas de botellas y desperdicios del PET para fabricar cubetas y ganchos.

Uno de los problemas del negocio de reciclar PET en México es el contrabando de este, ya que el 50% de lo recolectado, aproximadamente 300,000 toneladas por año, se exporta a empresas Chinas debido a que en este país se paga mejor el PET post-consumo recolectado, pues estas empresas lo convierten en fibra poliéster para obtener mayor rentabilidad en productos de ropa, ya que no solo usan el producto proveniente del PET sino que además lo combinan con fibras de algodón.

El director comercial de Arca Continental México²⁵ Luis Toussaint, cuestiona esta práctica, en cuanto a la desventaja que tienen contra los chinos pues ellos por hacerlo de manera ilegal, no deben de estar regulados ni estar dados de alta en hacienda, por lo que no pagan impuestos ni seguro social, como deben hacerlo las empresas de este negocio en México.

²⁴ Empresa ubicada en el Estado de Tlaxcala que provee materia prima a empresas que producen textiles, calzado, muebles, etc. Comprometidos con el Medio Ambiente, reciclan PET para transformarlo en Flake, Fleje, Fibra corta y Fibra Hueca.

²⁵ Segunda embotelladora de América Latina, se dedica a la producción, distribución y venta de bebidas no alcohólicas de las marcas propiedad de The Coca-Cola Company.

Como se explicó anteriormente, el proceso químico de reciclado del PET post-consumo necesita mayor inversión, es por ello que las distintas empresas destinadas al reciclaje optan por el mecánico, no obstante, el químico es el único que puede lograr limpiar del todo al RPET, para poder ser utilizado nuevamente en alimentos, debido a este factor la mayoría de las recicladoras eligen convertir el RPET reciclado en fibra textil de poliéster.

Cabe señalar que, el director general de "El Rey del PET"²⁶ Iván López menciona que "Es muy difícil que recicles una botella y la dejes a grado estéril (grado alimenticio) porque por mucho que tengas tecnología, la botella viene muy sucia. Si su contaminación es mayor a 10 partes por millón de PVC ya no es estéril, no la puedes usar para algún alimento o medicamento, estás obligado a hacerla fibra".

Por otra parte, Paloma García gerente del Programa Social de la empresa Morphoplast ubicada en Tlaxcala, asegura que la fibra obtenida del reciclaje de RPET, es decir, la producción de textiles, se vende en México a empresas que fabrican chamarras, ropa deportiva, calcetines, cobijas, colchas, alfombras, tapetes y relleno para osos de peluche.

Los productos resultantes del proceso de obtener una fibra con PET reciclado suelen tener la misma calidad o a veces mejor que una hecha con algodón (anónimo, 2012), la ventaja es que la materia prima es proporcionada por materiales que ya se han usado, provocando ciertas ventajas para el medio ambiente, a diferencia de prendas nuevas con insumos que se utilizaran por primera vez.

Estos productos pueden ser de vanguardia no solo por seguir una "moda verde" sino porque presentan características en sí mismos que los hacen atractivos en el mercado, la ropa es mucho más resistente, duradera, es más amigable con la piel del portador, ya que permite la transpiración de los poros y no produce ningún tipo de irritación, a su vez cuenta con propiedades térmicas que calientan cuando hace frío, y refrescan cuando la temperatura aumenta" (Novelo F. y Ortega A., 2012).

²⁶ Empresa Mexicana dedicada al reciclaje de PET.

Una de las empresas reconocida internacionalmente que ha optado por incorporar el reciclaje de botellas de PET en sus productos, es NIKE, introdujo estos nuevos productos en el mundial del 2010. Las playeras de los jugadores fueron manufacturadas con la materia prima resultante del reciclaje PET grado botella. La empresa que llevaba trabajando más de una década en este proyecto (crear prendas de vestir que fueran “sostenibles y amigables con el medio ambiente”), logró concretarlo en Sudáfrica. Así mismo pudo implementarlo en los clubes que patrocina como Manchester United y Arsenal de Inglaterra, Juventus en Italia, Boca Juniors de Argentina y Atlético Nacional en Colombia.

La empresa NIKE pretende que el short que acompaña a la playera utilice también este proceso, ya que solo se utilizarían 13 botellas aproximadamente para ambas prendas, número pequeño en comparación a lo que se consume de los envases plásticos, por ejemplo, en México se consumen 780,000 toneladas al año aproximadamente, es decir, 225 botellas per cápita, que resultaría en 17 uniformes por persona.

Javier Ortiz especialista principal de polímeros y química, mencionó en una entrevista que, el PET reciclado utilizado en textiles como nuevo negocio, está siendo una tendencia global, en la cual marcas como Nike y Adidas son pioneras en este mercado, solo invierten 5\$ dólares para la producción de una playera para comercializarla en 50\$ dólares o más, sin embargo, sigue influyendo el costo de la logística, mano de obra y mercadotecnia para hacer rentables las prendas.

“En el reporte 2012 de sustentabilidad de Nike, se expone que la aplicación de materiales reciclados le ha generado una reducción de 25% en sus gastos de operación.” El director de Marketing de Puma Ricardo Martínez asegura que la moda sustentable no es algo pasajero, la estrategia de esta empresa es el aprovechar los residuos de materias primas para elaborar sus productos, estos pueden ser 100% biodegradables o elaborados con materiales reciclados, por ejemplo las suelas de algunos de sus zapatos emplean 10% de cascarilla de arroz y poliéster reciclado (esto ayuda en la reducción del uso del hule), una de sus

chaquetas está elaborada con un 98% de poliéster reciclado obtenido de botellas de PET (Cortés Y., 2013).

No solo las empresas tienen como objetivo la sustentabilidad de hacer prendas con PET reciclado, sino que también pretenden aprovechar estos novedosos productos, ya que en la sociedad hay una nueva tendencia a que se consuman productos “amigables con el medio ambiente”, con el fin de incrementar sus ventas.

CONCLUSIONES

Los recursos naturales y su agotamiento, se debe en parte a la “revolución de los materiales” pues debido a esta surge la aceleración del proceso tecnológico y con ella la creciente devastación del medio ambiente. Si se analizan los componentes de los productos que se consumen con naturalidad en la vida cotidiana, se podrá apreciar que para producir un objeto se necesitan distintas materias primas, con el aumento del consumo existe una disminución de recursos naturales, de ahí la importancia del reciclaje.

El proceso tecnológico y el incremento de la población son algunas de las razones del aumento de la contaminación del planeta. En la actualidad cualquier necesidad que los seres humanos quieran cubrir sean básicas o no, se recurre a la producción de bienes y servicios que las satisfagan, es por ello que el progreso de la tecnología juega un papel muy importante ya que alienta a que las necesidades sean cubiertas de cualquier manera. El exponencial aumento de la población ha provocado una mayor generación de residuos y por ende mayor contaminación, esto se debe al sistema económico actual, pues desde sus inicios su mecanismo consiste en el supuesto de que los recursos que provee la naturaleza son ilimitados, además, que pasó por alto el hecho de que el planeta no puede asimilar la contaminación provocada por los objetos descartables.

La aparición de los productos descartables/desechable se hacen presentes con mayor frecuencia en el mercado, además son especialmente dirigidos a satisfacer una necesidad momentánea, estos son una nueva forma de consumir de la sociedad, acción que beneficia a las empresas que apuestan por estos productos, pero por el contrario perjudican al medio ambiente, pues se agotan los recursos naturales más rápido, además, los residuos regresan al medio ambiente como contaminante y la asimilación de estos en la Tierra es más lenta debido a que son demasiados.

El incremento del consumo de PET grado de botella y su poco aprovechamiento post-consumo es un problema creciente, debido a que es altamente contaminante pues tarda varios años en degradarse, lo que conlleva a problemas de contaminación debido al mal manejo de los residuos, los envases plásticos se acumulan en los rellenos sanitarios, ocupando un espacio considerable, sin mencionar que no todas terminan en estos sitios adecuados para su disposición, debido al mal manejo de los RSU, pues se terminan encontrando en lagos, mares, ríos, barrancos etc.

Respecto a la publicidad, ha ayudado al aumento del consumo no solo del agua embotellada sino también de productos desechables. Esto se debe a las diferentes campañas, que hacen creer que tomar agua de esa manera es más saludable o da cierto estatus, aunque esto se aplica a cualquier marca de agua, las Premium son las que sostienen sus ventas con la publicidad pues deben justificar de alguna manera el incremento del valor en esas marcas.

Por todo lo anterior, el reciclaje es la forma más viable de proceder con los residuos plásticos, pues existen ventajas para el medio ambiente, así como también para los nuevos negocios dedicados a estos procesos, ya que beneficia a la sociedad con la generación de empleos directos e indirectos en la industria del reciclaje.

Existen diferentes beneficios del reciclaje por sí solo, pero específicamente hablando del reciclaje de PET y la obtención de textiles a partir de este, los beneficios que se obtienen son muy buenos no sólo para la naturaleza sino también para la sociedad, porque ayuda a resolver impactos en el ambiente como: el manejo de los residuos, el agotamiento y contaminación del agua, emisiones de CO₂, ahorro del petróleo y reducción de energía usada en procesos de producción.

Con la presente investigación, se da una perspectiva del ahorro de agua con los textiles hechos con RPET. Los textiles elaborados con algodón consumen más agua virtual que los manufacturados con fibra reciclada, ya que de acuerdo con la

huella hídrica del cultivo de algodón y la producción de un botella de PET de medio litro, es mayor la del bien orgánico

Si bien los textiles producidos con PET reciclado no solucionan por completo los problemas antes mencionados, con los productos obtenidos de este proceso, se reducirán los efectos nocivos, pues para que desaparezcan por completo estas complicaciones, no depende solo de corregir la degradación ambiental que estas industrias provocan, sino que habrá que analizar los demás sectores involucrados en el problema.

El negocio de los textiles hechos con RPET en México tiene varios obstáculos que superar, como por ejemplo, que el 50% del PET recolectado para reciclar se exporta a China, ya que estos no son regulados, pagan más por el insumo recolectado, además que el proceso de recolección no es lo bastante eficiente en el país.

El presente trabajo de investigación logra reunir evidencia de que en efecto los textiles producidos con PET reciclado son productos innovadores que cumplen con el objetivo de ayudar a reducir la contaminación causada por la industria del plástico y la industria textil. Se puede aprovechar el creciente consumo de agua embotellada que se ha visto en los últimos años en el país, y la visión que tiene la sociedad de consumir al por mayor productos “descartables”, como es el caso del agua embotellada, que sirve para obtener una fuente de materias primas dirigidas a la industria textil, creando un negocio que contribuye con la protección del medio ambiente y que es lo suficientemente rentable para su aplicación en el sistema de producción actual.

RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer conciencia, en que el consumo trae consigo en corto o largo plazo, generación de residuos, de los cuales puede haber muchos que no se degraden rápido o de manera amigable para el medio ambiente, es decir, que el camino para aminorar la contaminación del medio ambiente es el uso de las tres “R”, Reciclar, Reutilizar y Reducir.

Hay que recordar que antes el reciclaje y el uso de las demás “R” eran actividades cotidianas, por lo que si de manera industrial no se usan estas prácticas, si se puede hacer individual, en los lugares donde convivimos sirviendo de ejemplo para las personas que nos rodean.

En específico sobre los residuos plásticos, lo ideal sería cambiar los hábitos de consumo, pues sólo se recicla el 1% de ellos y la mayoría no son biodegradables. Un ejemplo sería: la forma de consumir agua bebible se puede modificar, si por el uso de las redes públicas de agua existe una desconfianza y esto ayuda a comprar agua embotellada, existen diversos métodos para purificarla, tales como: filtros, hervir agua, lámparas ultra violeta, etc. Con estas acciones se puede disminuir los residuos de PET grado botella.

El fomento al reciclaje puede lograr cambios significativos en este, se deben destinar recursos para la divulgación, planes, programas, proyectos etc. del mismo, con la finalidad de incluir a la sociedad en el cuidado del medio ambiente. Como por ejemplo, en la Ciudad de México se creó un programa para incentivar la actividad física en favor de la salud, en el cual por cierto número de sentadillas se otorga un boleto gratis del metro o un viaje en metro bus, esta misma idea se puede aplicar con el reciclaje, como en Pekin, que existe un proyecto que consiste en usar máquinas donde se deposita las botellas plásticas con el fin de obtener al igual que las sentadillas un viaje gratis en el transporte público.

Otra recomendación importante es, promocionar la instalación de plantas recicladoras con las características necesarias las fibras textiles requeridas, pues la mayoría del reciclaje del PET va destinado a la generación de nuevas botellas, es por ello que algunas de las empresas dedicadas a la producción de textiles con PET reciclado, se ven en la necesidad de importar los materiales para la manufactura de sus productos.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliográfica

1. Leonard A., (2010) “La Historia de las cosas”, Buenos Aires (1ª ed.) Edit. Fondo de Cultura Económica.
2. Mari E. (2000). “El ciclo de la Tierra. Minerales, materiales, reciclado, contaminación ambiental”. Buenos Aires, Argentina (1ª ed.) Edit. Fondo de cultura económica.
3. Ramos D., coordinador (2010). “El reciclaje en la sociedad actual. Contenidos básicos en la educación secundaria obligatoria en el área de la ciencias sociales.” España (1ª ed.) Edit. WANCEULEN EDITORIAL, S.L.
4. Rico M., (2012) “El reciclaje de PET como medio de desarrollo sustentable: exportación de hojuelas de PET a China”. México D.F. Maestra en Administración. Universidad Nacional Autónoma de México.
5. Virgine M., (2011) “Los caminos del reciclaje” Barcelona España (1º ed.) Edit. N. E. Ed ediciones

Hemerográfica

6. Caballero D. (2011, Noviembre 25). Los Rellenos sanitarios: una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos. CienciaUAT, 22, 15-17.
7. Cortés Y., (2013, Mayo 8). Quieren hacer de la moda verde una tendencia. EL ECONOMISTA. Consultado el 24 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2013/05/06/quieren-hacer-moda-verde-tendencia>
8. Diario presente, redacción (2014 Abril 25). México, líder en consumo mundial de agua embotellada “premium”. Consultado el 1º de Octubre del 2014. Sitio web: <http://www.diariopresente.com.mx/section/economia/107149/mexico-lider-consumo-mundial-agua-embotellada-'premium'/>
9. Enciso A., (2010, Mayo). México, primer lugar en consumo de agua embotellada; la demanda crece 40%. La Jornada. Consultada el 3 de Septiembre del 2013. <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/18/sociedad/041n1soc>
10. González L. (2011, Abril 19) Deja 3,000 mdd anuales la industria del reciclado del PET. EL ECONOMISTA. Consultado en el 2014. Sitio web: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/04/19/deja-3000-mdd-anuales-industria-reciclado-pet>

11. Marjorie H. (2008, Enero-Diciembre). Economía Ambiental y Economía Ecológica: Un balance crítico de su relación. Economía y Sociedad (N°s 33 y 34). Centro Internacional de Política Económica CINPE. Pp 55-65.
12. Morales R. (2013, Agosto 12). China compra pet ilegal en México. EL ECONOMISTA. Consultado el 23 de Septiembre del 2014 sitio web: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2013/08/11/china-compra-pet-ilegal-mexico>
13. Pérez J. (2010). La política ambiental en México, gestión e instrumentos económicos. El Cotidiano, núm. 166, Julio-Agosto. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
14. Quiroz, I., Rodríguez, S. y Ramos, J. (2011, Septiembre-Diciembre) Desarrollo Sustentable ¿Discurso político o necesidad urgente? Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana, XXIV (3) Consultada en Octubre del 2013 <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num3/articulos/desarrollo/>
15. Rivas R., (2014, Mayo 9). Agua Premium es un negocio que prolifera en México. EL ECONOMISTA. Consultado el 1° de Octubre del 2014. Sitio web: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/05/08/agua-premium-negocio-que-prolifera-mexico>
16. Robles J. (2013). Suman un relleno sanitario más. El Universal. Consultado en Mayo del 2014. Sitio web: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/116233.html>
17. Rosagel S. y Rodríguez I., (2011 Diciembre) Los cinco insumos más utilizados. CNN Expansión. Consultada en Agosto del 2014. Sitio web: <http://www.cnnexpansion.com/manufactura/2011/12/20/los-cinco-insumos-mas-utilizados>
18. Serrano A., y Martín S. (Julio 2011). La Economía Verde desde una perspectiva de América Latina. Artículo publicado por fundación Firedrich, Ebert, FES-ILDIS

Páginas de Internet

19. AgroDer, 2012. Huella hídrica en México, en el contexto de Norte América. junio 25, 2014, de WWF Sitio web: <http://www.huellahidrica.org>
20. Anónimo (2011). Botellas pasan al sector textil colombiano. Informador.mx. consultado en Enero del 2015. Sitio web: <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2011/267604/6/botellas-pet-pasan-al-sector-textil-colombiano.htm>
21. Anónimo (2011). Reciclado químico del PET. Tecnología de los plásticos Consultado en Septiembre del 2014. Sitio web:

- <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/07/reciclado-quimico-de-pet.html>
22. Anónimo (2012, Abril 23). Ropa con tela hecha a partir de botellas de plástico PET. Everde. Consultado el 29 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://www.everde.cl/2012/04/ropa-con-tela-hecha-partir-de-botellas.html>
 23. Anónimo (2012, Julio). Reciclaje lucrativo tirado a la basura. Consultado Octubre del 2013. <http://sipse.com/archivo/reciclaje-lucrativo-negocio-tirado-a-la-basura-167891.html>
 24. Arca Continental. Consultado el 23 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://www.arcacontal.com/nuestra-compa%C3%B1%C3%ADa.aspx>
 25. Arpet.org los residuos plásticos y su reciclado. (Sin fecha) consultado en Mayo de 2014 Sitio web: <http://www.arpet.org/docs/Los-residuos-plasticos-y-su-reciclado.pdf>
 26. Artes e Historia México (1996-2014). Evolución del textil mexicano a partir de la Colonia. Revisado el 2 de Septiembre del 2014. Sitio web: http://www.arts-history.mx/sitios/index.php?id_sitio=7041&id_seccion=2722
 27. Ceniceros C. (2011). Reciclado de polietileno Tereftalato (PET), diversas opciones. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Consultado el 30 de Septiembre del 2014. Sitio Web: http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/ediciones/32_a_Ceniceros_2011_32.pdf
 28. CONAGUA, 2007. El agua virtual y la huella hídrica. Consultado en Enero del 2015. Sitio web: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Infograf%C3%ADa%20Huella%20H%C3%ADrica.pdf>
 29. Diccionario de Agricultura. Consultada el 26 de agosto de 2014 sitio web: <http://ciencia.glosario.net/agricultura/estero-11182.html>
 30. ECOALF. Procesos. Consultado el 29 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://ecoalf.com/restodelmundo/conocenos/procesos.html>
 31. ECOALF. Video: Recucling PET Bottles. Consultado el 29 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://ecoalf.com/restodelmundo/conocenos/procesos.html>
 32. El Poder del Consumidor (2010, 17 de Mayo). México el que más agua embotellada consume. Elpoderdelconsumidor.org. consultado en Marzo del 2015 sitio web: <http://elpoderdelconsumidor.org/?s+=agua+embotellada&x=0&y=0>
 33. EKO una marca de ENKA. Beneficios. Consultado el 29 de Septiembre del 2014. Sitio Web: www.eko.com.co/beneficios.html
 34. FAO (s. f.). Desarrollo Sustentable. Consultado en Octubre del 2013. <http://www.fao.org/docrep/x5600s/x5600s05.htm>

35. Fraire E., (2012, Septiembre). Presentan pacas de algodón. El siglo de Torreón. Consultada en agosto del 2014. Sitio web: www.elsiglodetorreon.com.mx
36. García J. (2011, agosto 14). Al año se generan 3 millones 800 toneladas de basura plástica. La Prensa. Consultado en Abril del 2014. Sitio web: <http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n2186392.htm>
37. Glosario de Términos Agrícolas. Consultado en Agosto de 2014. <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/documentos/agricola/Glosario%20Agricola.pdf>
38. Gobierno del estado de México, Secretaría de Ecología (2002). Alternativas de rellenos sanitarios, guía de toma de decisión. Consultado en Enero del 2015. Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/alternativas.pdf>
39. Greenpeace, (2006). La destrucción de México: Consecuencias económicas y sociales de la devastación ambiental. Consultado en Marzo del 2015. Sitio web: <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2006/8/la-destruccion-de-mexico-cons.pdf>
40. IBWA Internacional Bottled Water Association 2011. Market Report Findings. Consultado el 1° de Octubre del 2014. Sitio web: <http://www.bottledwater.org/economics/industry-statistics>
41. IDEA, (s.f.) Economía Ecológica (EE) y Economía Ambiental (EA) puntos de diferencia. Instituto de Estudios Ambientales –IDEA-. Universidad Nacional De Colombia. Consultado en Noviembre del 2014 Sitio web: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2009120/lecciones/cap3/economiaecologia4.html>
42. INEGI (9 de Abril de 2013). Estadística básica sobre medio ambiente. Agua potable y saneamiento. Residuos sólidos. Hogares y medio ambiente. Boletín de prensa núm. 121/13. Consultado en Marzo del 2015. Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013/abril/comunica2.pdf>
43. Lámparas ultravioleta. Consultado 1° de Octubre del 2014. Sitio web: <http://www.lamparas-ultravioleta.com/germicidas.html>
44. Neuman G., (s.f.). Cuál es el beneficio del ahorro de energía. Teknobuilding Conectamos tus ambientes. Consultado el 29 de Septiembre del 2014. Sitio web: <http://www.teknobuilding.com/cual-es-el-beneficio-del-ahorro-de-energia/>
45. Novelo F. y Ortega A., (2012, Junio 1°). ¡No lo tires! es PET. Blog institucional de la carrera de Diseño de Modas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Consultado el 29 de Septiembre de 2014. Sitio web: <http://www.uaa.mx/centros/ccdc/cuaadrilla/?p=406>

46. Perea E., (2013, Agosto). Cae producción de algodón en México; esperan buen precio. Consultado en septiembre del 2014. sitio web: www.imagenagropecuaria.com
47. Quiminet 2012 Noviembre 8. Purifique el agua por medio de la ozonificación. Consultado el 1° de Octubre del 2014. Sitio web: <http://www.quiminet.com/articulos/purifique-el-agua-por-medio-de-la-ozonificacion-2887508.htm>
48. Recupera (2012, Febrero). De plástico PET a fibra textil pasando por las botellas, artículo de fondo. Consultado en junio del 2014, de ANR Sitio web: <http://www.gremirecuperacio.org/revista-recupera/hemeroteca/18-revista/466-revista-recupera-80.html>
49. Ruth Z. Desarrollo Sustentable (comentario del libro) obtenida en Octubre del 2013. http://www.politicas.unam.mx/razoncinica/El_desarrollo_sustentable.html
50. SEMARNAT (2007). Informe. Huella hídrica y patrones de consumo. Consultado en septiembre del 2014. Sitio web: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/recuadros/c_rec107.htm
51. SEMARNAT 2011. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental, Capítulo 7 Edición 2012. Consultado el 10 de Enero del 2014. Sitio web: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/07_residuos/cap7_1.html
52. SIAP Cierre de la producción agrícola por cultivo. Consultado en Agosto del 2014. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
53. Soy ecolombiano (s.f.) Huella Ecológica. Consultado en Enero del 2014 Sitio web: www.soyecolombiano.com
54. Tapia F., entrevista radio exprés Revista del Consumidor, consultado en Octubre del 2013 http://www.profeco.gob.mx/Radio/Programa_radio/RCRE021.mp3

Otros

55. Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (Abril, 2010)
Estudio de Análisis de Ciclo de Vida de bolsas de PET provenientes de reciclado. ECOAID
56. Jankilevich, S. (2003). Las cumbres mundiales sobre el ambiente. 30 años de Historia Ambiental. Documento de trabajo N° 106, Universidad de Belgrano
57. Erzin A., Aldaya M. y Hoekstra A. (2009, Noviembre). A pilot in corporate wáter footprint accounting and impact assessment: The water footprint pf a sugar-containing carbonated beverage. Water Footprint, Value of wáter. Research Report Series No. 39
58. Orta M., (2009). Estudio de evaluación de tecnologías alternativas o complementarias para el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos (Proyecto Instituto de Ingeniería 9335). Elaborado para Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
59. Ley N°203 Diario oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, 28 de Enero de 1988.
60. Ley N°212 Diario oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, 8 de Octubre de 2003.
61. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo) 2011. Informe sobre Desarrollo Humano 2011. Sostenibilidad y equidad: un mejor futuro para todos.
62. SEMARNAT. Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos
63. Vázquez, A., Espinosa, R. M., Beltrán, M. y Velasco, M. (s.f.) El reciclaje de los plásticos. ANIPAC. Universidad Autónoma Metropolitana. Consultado en Marzo del 2015. Sitio web: <http://www.anipac.com/reciclajeplasticosuam.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS:

- ✓ **Algodón hueso.** Se refiere al producto que tiene la semilla cubierta por una fibra blanca y blanca.
- ✓ **Algodón pluma.** Producto obtenido al separar del algodón hueso la fibra de la semilla mediante un proceso mecánico en una despepitadora, es muy estimado en la industria textil.
- ✓ **Agua virtual.** El agua usada a lo largo de la cadena de procesos para elaborar un producto final.
- ✓ **Año agrícola.** Es el periodo de dieciocho meses, de la adición de las siembras y cosechas que se realizan en los ciclos agrícolas; Otoño-Invierno, Primavera-Verano y de las cosechas de productos perennes. Comprende octubre-diciembre de un año, más el siguiente completo y los meses enero-marzo del año subsecuente.
- ✓ **Ciclo antrópico.** Son los originados en los procesos creados por el hombre y que alteran a los ciclos naturales.
- ✓ **Ciclo minerales-materiales.** Es la superposición de los ciclos natural y antrópico, que produce un impacto ambiental complejo, especialmente en la biosfera, que es el conjunto de todos los ambientes donde se desarrolla la vida vegetal, animal y humana.
- ✓ **Ciclo natural.** Abarca el conjunto de transformaciones fisicoquímicas espontáneas –no necesariamente periódicas- que experimenta un sistema físico, por acción de fuerzas impulsoras internas o externas que pueden concluir en un estado similar o diferente del original. Ejemplos: ciclo del agua, del carbono, del oxígeno, del nitrógeno etc.
- ✓ **Ciencia de los materiales.** Conjunto de conocimientos sistemáticamente ordenados obtenidos por la aplicación del método científico sobre los materiales y sus procesos productivos.
- ✓ **Contaminación ambiental.** Involucra toda alteración del medio ambiente (suelo, agua, aire) y en particular de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas de la biosfera, causada por cualquier sustancia, producto químico, o material

producido por el hombre que, directa o indirectamente, presente características nocivas o tóxicas para todo ser viviente y en particular para las poblaciones humanas, crea condiciones inadecuadas para el desarrollo agrícola-ganadero, industrial o relacionado con la salud y/o alimentación, u ocasione daños – inmediatos o futuros, momentáneos o permanentes- cualquier especie viviente vegetal o animal.

- ✓ **Descartabilidad.** No es una característica de los objetos sino la manera de usarlos, se dejan de usar luego de una vida relativamente breve.
- ✓ **Granel.** Carga a granel es un conjunto de bienes que se transportan sin empaquetar, ni embalar en grandes cantidades.
- ✓ **Huella hídrica (HH).** Es un indicador de toda el agua que utilizamos en nuestra vida diaria; la que utilizamos para producir nuestra comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que ensuciamos y contaminamos a través de esos mismos procesos. Nos permite conocer el volumen de agua que aprovecha ya sea un individuo, un grupo de personas o consumidores, una región, país o la humanidad en su conjunto.
- ✓ **Lámpara ultravioleta.** Los microbios son en su mayoría causantes o propagadores de enfermedades como la gripe, gastroenteritis, salmonelosis etc. Pero también son sensibles a la radiación ultra violeta, debido a esto el uso de un sistema de radiación germicida ultra violeta repercute directamente en la calidad de vida de las personas y animales en aquellas estancias donde puedan desarrollarse microbios. Por ejemplo: laboratorios, hospitales, manipulación de alimentos, medicamentos, etc.
- ✓ **Medio ambiente.** El conjunto de todos los entes interrelacionados en un entorno dado, en consonancia con el conjunto de propiedades físicas, químicas, biológicas, culturales y socioeconómicas que caracterizan a este entorno en un momento dado. Físicamente incluye a todos los seres vivos o inertes que forman dicho conjunto, en el suelo, el agua, el aire y sus interfaces.
- ✓ **Ozonificación.** El proceso de ozonificación es un proceso de oxidación avanzada. Los componentes del proceso de ozonificación es el tratamiento del

gas de origen, el generador del ozono, el contacto del agua con el ozono y la destrucción del ozono no usado. Este proceso sigue dos etapas, la primera es suministrar el ozono en una mezcla con aire u oxígeno al agua a tratar, dispersados de tal manera que el área de contacto con el agua donde se inyecte sea lo máximo posible.

La segunda etapa del proceso se lleva a cabo en el contacto del ozono con los compuestos orgánicos e inorgánicos del agua para su oxidación. El ozono remanente en el agua, permanece como ozono residual y el ozono no utilizado se libera del reactor. La desinfección ocurre en el momento en que daña y destruye componente críticos de los microorganismos aún los recalcitrantes como la Giardia, virus y ciertas formas de algas.

- ✓ **PET:** El Tereftalato de Polietileno (PET) es un poliéster termoplástico y se produce principalmente a partir de dos compuestos: Ácido Terftáltico y Etilenglicol, otra forma de obtenerlo es usar Dimetil Tereftalato en lugar de Ácido Tereftáltico.
- ✓ **Reciclaje.** Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar. Someter repetidamente una materia a un mismo ciclo, para ampliar o incrementar los efectos de ésta.
- ✓ **Segregar:** es la acción de separar los diferentes tipos de residuos en el momento de la generación para que estos no se mezclen y se conviertan en “basura”.
- ✓ **Separación:** es la actividad o proceso que tiene por objeto separar los residuos sólidos mezclados y que se encuentran formando parte de la “basura”.
- ✓ **Superficie de Riego.** Es el área donde se realiza la aplicación artificial de agua para beneficiar los cultivos.
- ✓ **Superficie Sembrada.** Es la superficie agrícola en la cual se deposita la semilla de cualquier cultivo, previa preparación del suelo.
- ✓ **Tecnología de los materiales.** Conjunto racionalmente ordenado de conocimientos empíricos y científicos, técnicas y especificaciones de los medios de producción que permiten la fabricación de materiales de todo tipo.

ANEXOS

Producción Agrícola Los 10 Cultivos Por Año

Ciclo: Año Agrícola OI+PV

Modalidad: Riego 2008		
	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)
1	Maíz grano	1,470,056.51
2	Trigo grano	650,540.61
3	Sorgo grano	520,214.04
4	Frijol	197,180.01
5	Chile verde	121,798.74
6	Maíz forrajero	117,899.68
7	Algodón hueso	104,639.78
8	Avena forrajera	103,739.55
9	Sorgo forrajero verde	75,853.24
10	Garbanzo grano	63,640.00

Modalidad: Riego 2009		
	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)
1	Maíz grano	1,410,017.98
2	Trigo grano	699,275.86
3	Sorgo grano	575,970.63
4	Frijol	219,568.02
5	Chile verde	122,022.63
6	Maíz forrajero	121,241.23
7	Avena forrajera	109,566.23
8	Sorgo forrajero verde	80,747.51
9	Algodón hueso	67,035.30
10	Garbanzo grano	58,197.41

Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Modalidad: Riego		
	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)
1	Maíz grano	1,425,157.46
2	Trigo grano	563,261.23
3	Sorgo grano	554,237.37
4	Frijol	291,990.43
5	Maíz forrajero	127,605.49
6	Chile verde	126,653.38
7	Algodón hueso	118,051.58
8	Avena forrajera	112,220.04
9	Sorgo forrajero verde	82,416.13
10	Garbanzo grano	49,382.95

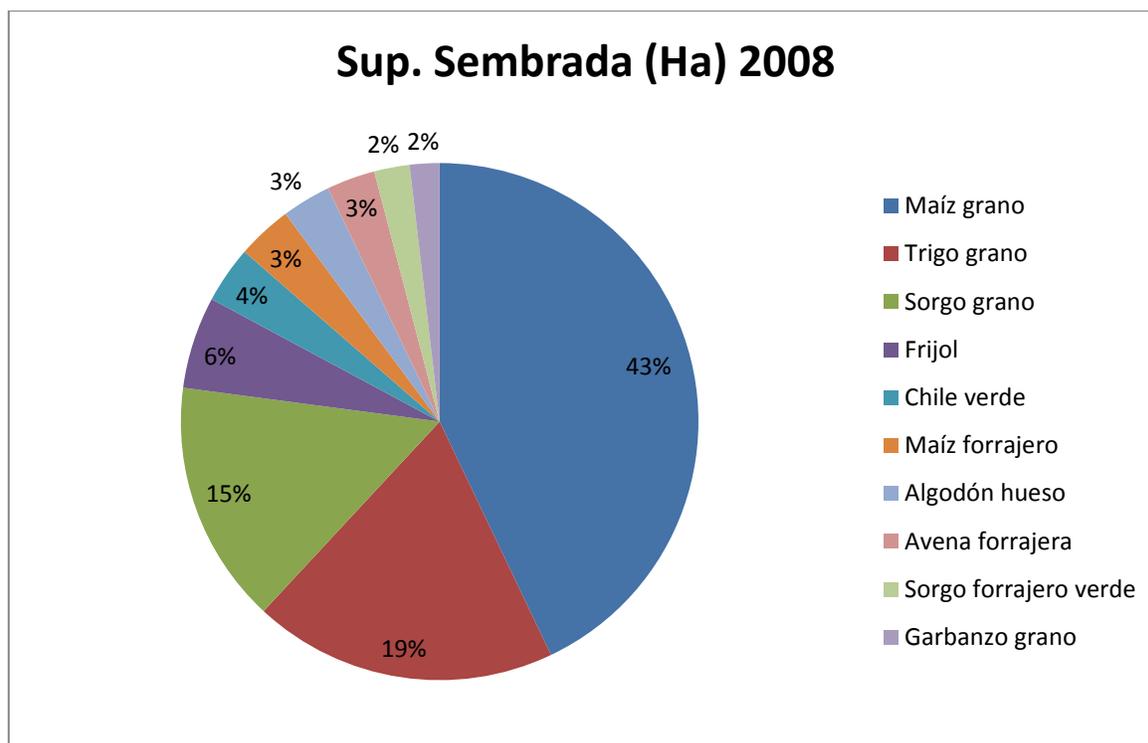
Modalidad: Riego 2010		
	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)
1	Maíz grano	1,715,310.50
2	Sorgo grano	672,024.66
3	Trigo grano	599,372.72
4	Frijol	209,700.75
5	Algodón hueso	195,262.22
6	Maíz forrajero	132,454.55
7	Chile verde	130,513.32
8	Avena forrajera	112,545.57
9	Sorgo forrajero verde	85,340.63
10	Garbanzo grano	63,813.41

Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Modalidad: Riego 2012		
	Cultivo	Sup. Sembrada
		(Ha)
1	Maíz grano	1,269,197.47
2	Sorgo grano	541,561.39
3	Trigo grano	482,465.34
4	Frijol	213,933.23
5	Avena forrajera	176,021.49
6	Algodón hueso	155,416.55
7	Maíz forrajero	142,417.47
8	Cártamo	119,172.33
9	Chile verde	116,488.31
10	Garbanzo grano	115,923.74

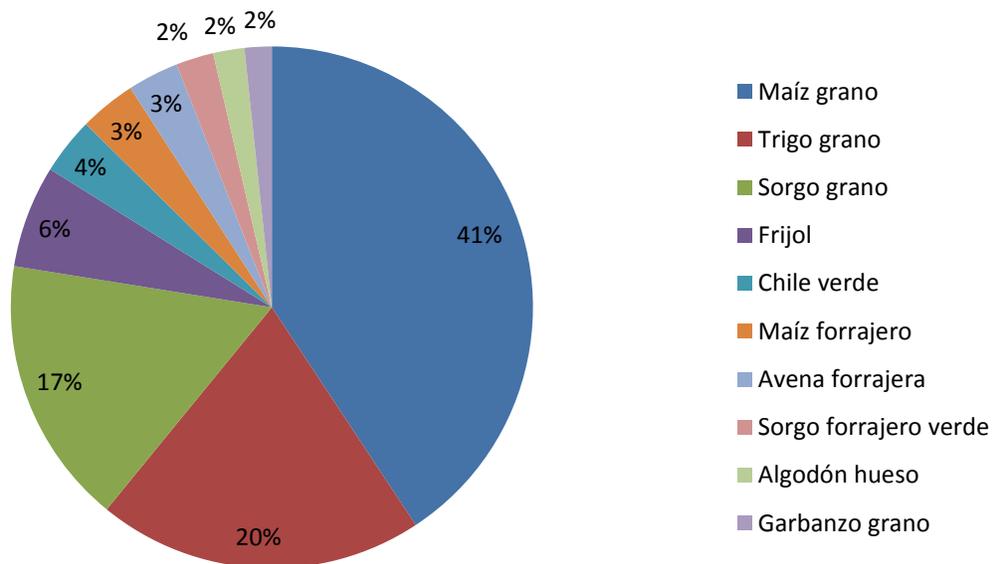
Modalidad: Riego 2013		
	Cultivo	Sup. Sembrada
		(Ha)
1	Maíz grano	1,354,422.42
2	Sorgo grano	617,658.57
3	Trigo grano	564,585.32
4	Frijol	215,410.23
5	Maíz forrajero	131,091.83
6	Avena forrajera	126,300.82
7	Algodón hueso	123,139.35
8	Chile verde	114,644.43
9	Garbanzo grano	99,304.83
10	Sorgo forrajero verde	75,993.78

Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

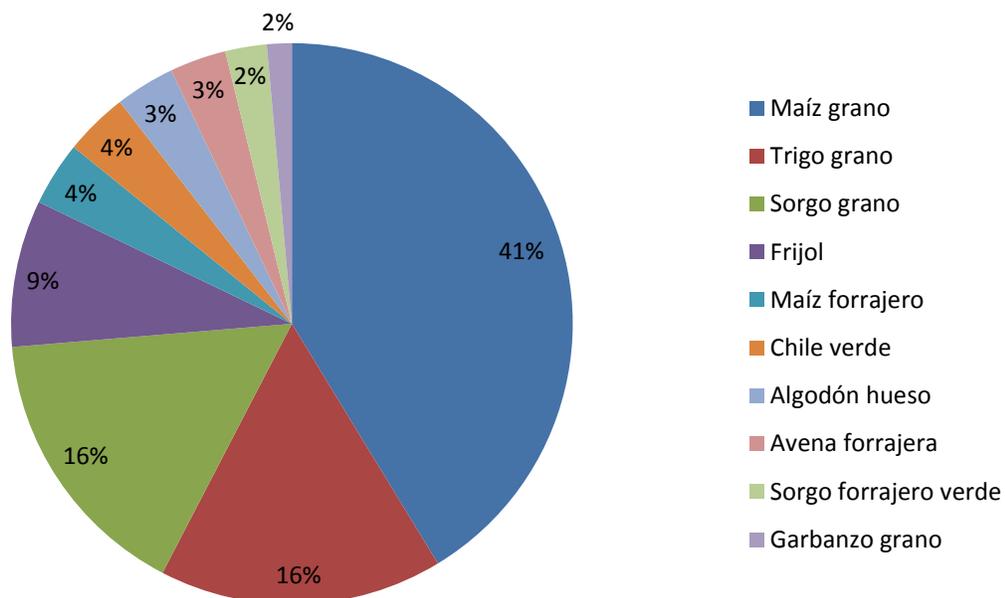


Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Sup. Sembrada (Ha) 2009

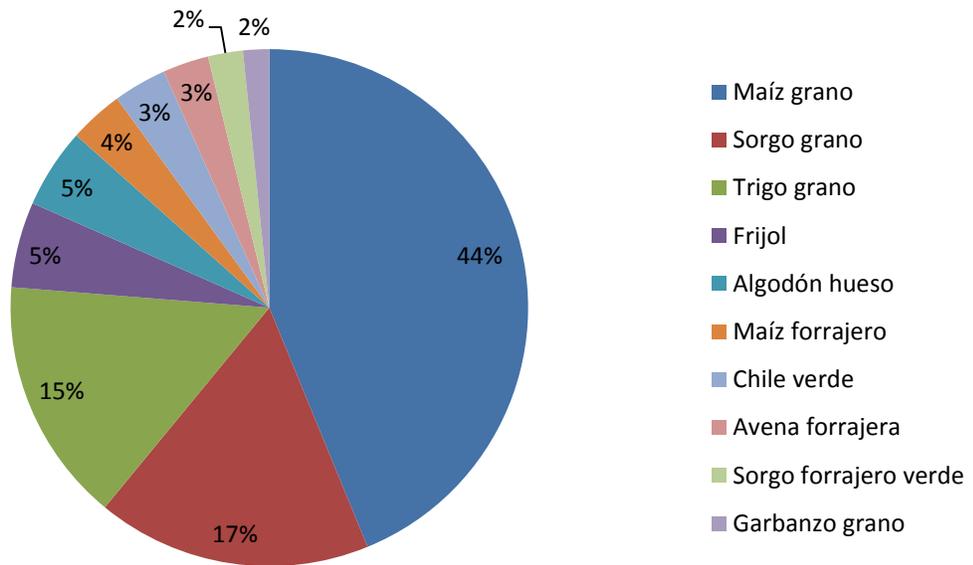


Sup. Sembrada (Ha) 2010

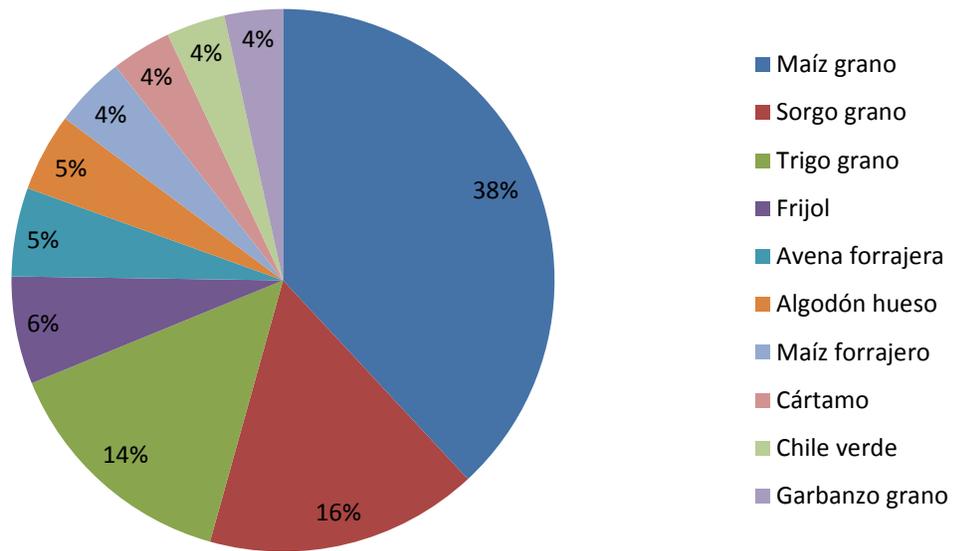


Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Sup. Sembrada (Ha) 2011

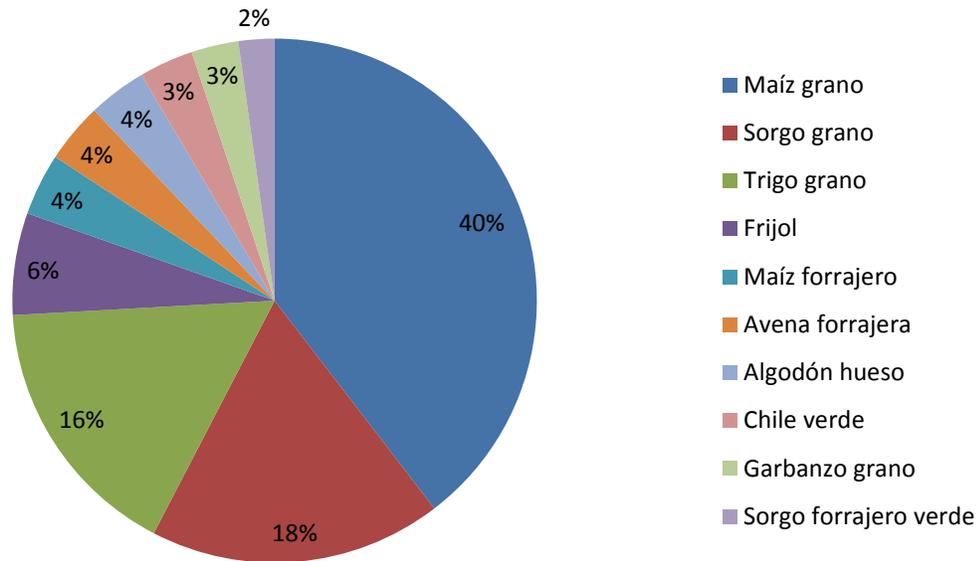


Sup. Sembrada (Ha) 2012



Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

Sup. Sembrada (Ha) 2013



Fuente: elaboración propia con datos de www.siap.gob.mx

La huella hídrica mundial se estima en 9,087 Km³ al año:

- 74% verde
- 11% azul
- 15% gris

El 92% está relacionado con actividades agrícolas.

El 38% de la huella hídrica de producción está en sólo 3 países:

- China (1,207 Km³)
- India (1,182 Km³)
- Estados Unidos (1,053 Km³)

China es el país con mayor huella hídrica gris (26% del total mundial).

China (22%) y EUA (18%) tienen la mayor huella hídrica de producción industrial.

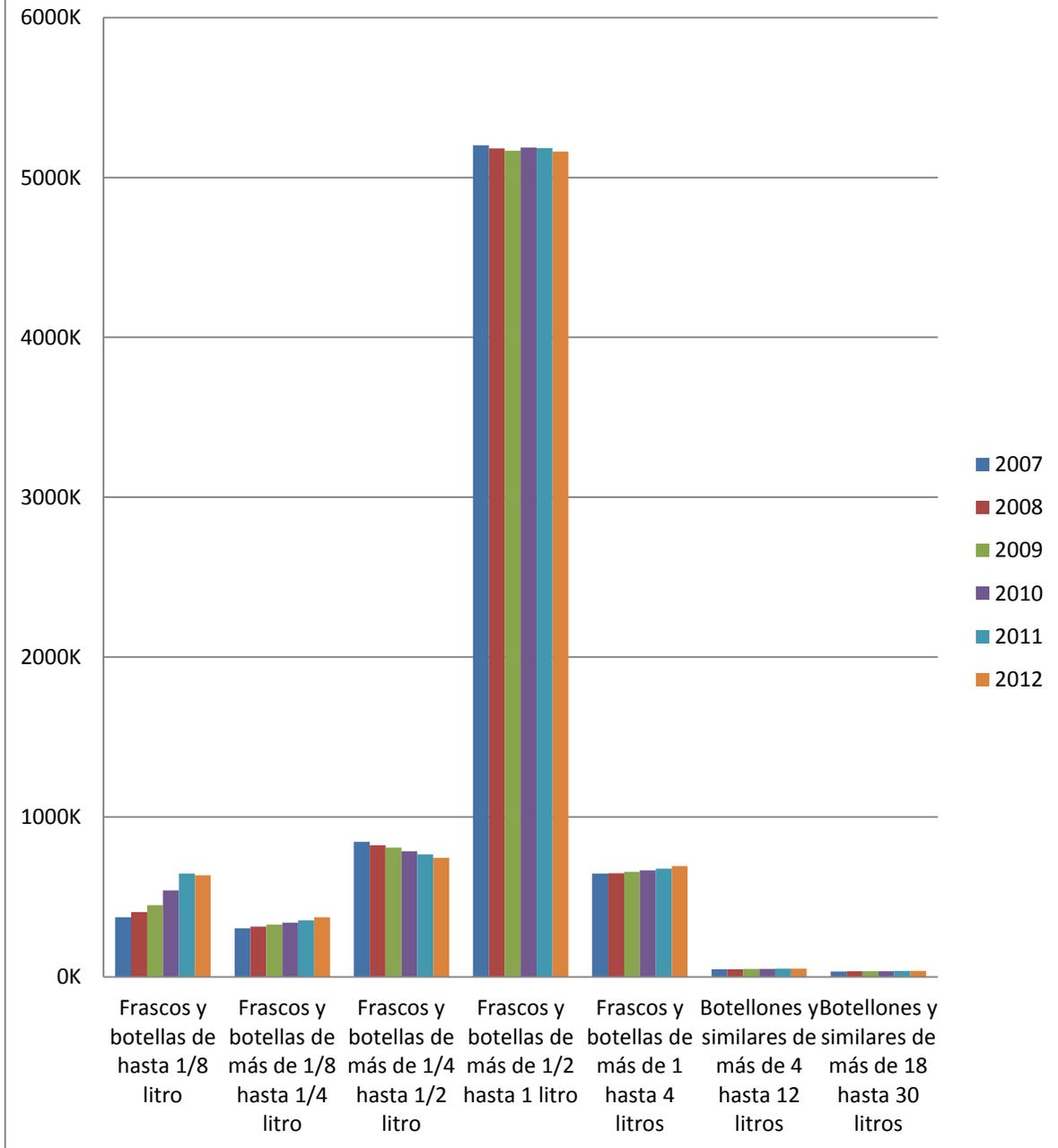
China, India y EUA tienen la mayor HH de consumo (1,368 Km³, 1,145 Km³ y 821 Km³). Esto se debe a:

- Tamaño de la población
- Hábitos de consumo

La HH de alimentos en el mundo se distribuye en:

- 27% cereales
- 22% carne
- 7% derivados lácteos
- 44% otros productos

Fabricación botellas de plástico Volumen (miles de piezas), por tipo



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera.