



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y/O VALORIZACIÓN DE
LOS ENVASES VACÍOS DE AGROQUÍMICOS EN MÉXICO

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA

PRESENTA:

ING. AISLINN MARQUEZ ORTIZ

DIRECTOR DE TESINA: DRA. GEORGINA FERNANDEZ VILLAGOMEZ

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2015

Contenido

1. Problemática	4
1.2 Objetivo General.....	6
1.3 Objetivos particulares.....	6
1.4 Alcances	6
2. Antecedentes	7
2.1. Residuos de Envases Vacíos de Agroquímicos en México.....	7
3. Problemática Ambiental Asociada a los Envases Vacíos de Residuos Agroquímicos	9
4. Marco Legal relacionado a los Envases Vacíos de agroquímicos en México	11
3.1 Plan Nacional de desarrollo (2007-2012)	11
3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).	11
3.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	13
4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT 2005	14
4.2 Código Internacional de Conducta para la distribución y utilización de plaguicidas 15	
5. Situación Actual en el manejo de Envases Vacíos de Agroquímicos en México.....	16
5.1 Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines "Conservemos un Campo Limpio"	16
6. Alternativas de aprovechamiento y/o valorización de Envases Vacíos de residuos agroquímicos en México	21
6.1 Minimización.....	22
6.2 Aprovechamiento/Reciclaje.....	23
6.3. Valorización.....	29
6.4. Tratamiento	32
6.5. Propuestas de Manejo de los de Envases Vacíos de Agroquímicos.	35
7. Conclusiones.....	36
8. Recomendaciones	37
9. Referencias.....	38

Índice de figuras

Figura 1. Recolección desde 2009 a 2013 (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines, 2014).....	20
Figura 2. Pirámide, Jerarquía para Gestión de Residuos (REPSOL, 2000).....	21
Figura 3. Ciclo de Vida del Acero (Apeal, 2015)	24
Figura 4. Ciclo de vida del Aluminio (Mendez, 2011).....	26
Figura 5. Artesanía de la Región Mixteca (Pineda, 2014)	27
Figura 6. Figura de PET Veronika-Richterova (Richterová, 2015)	28
Figura 7. Ciclo de Vida del Papel y Cartón (CARPA, 2014)	29
Figura 8. Uso de Combustibles Alternos en la Industria Cementera (CEMEX, 2012)	30

Índice de Tablas

Tabla 1. Generación de envases vacíos de agroquímicos (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección en envases vacíos de agroquímicos y afines, 2013).....	7
Tabla 2. Resultados del estudio para comprobar la eficiencia del triple lavado (INEEC, Instituto Nacional de Ecología, 2007).....	18
Tabla 3. Diferencia de funcionamiento entre un horno cementero y una planta incineradora. (Fundación CEMA).....	34
Tabla 4. Propuestas de Manejo de los Envases Vacíos de Agroquímicos.....	35

1. Problemática

Los agroquímicos utilizados en el control de plagas, los fertilizantes y aditivos destinados a maximizar los rendimientos de cosecha y mejorar la calidad edafológica poseen una marcada incidencia ambiental. Son capaces de producir contaminación en suelos y aguas tanto superficiales como subterráneas, generando riesgo de intoxicación de seres vivos, de lo cual no se encuentra excluido el hombre.

En México la superficie agrícola cultivada en los últimos 20 años, es de 20 millones de hectáreas, de las que el mayor uso es en el sistema de temporal, después se redujo a 15.5 millones de hectáreas, mientras que la agricultura de riego se ha mantenido durante este periodo en 5 hectáreas; en total, esto corresponde al 75%. (García, 2012)

Debido al crecimiento durante los últimos años en el uso de agroquímicos se ha presentado distintos problemas en el manejo adecuado de los residuos que contienen este tipo de sustancias químicas. Se ha observado que los envases vacíos que contienen los agroquímicos han sido utilizados por los mismos agricultores lo cual produce serios problemas de intoxicación, por otro lado dichos envases son dispuestos de forma irresponsable en ríos, arroyos o zanjas los cuales pueden quemarse o enterrarse produciendo focos de contaminación en agua, tierra y aire (Senasica, 2012)

Aunado a esto los agricultores no tienen conocimiento de que tengan una responsabilidad directa por el uso de estos productos ni por los desechos que generan día a día, por lo cual ha sido muy difícil llevar a cabo el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de estos residuos. Tratando de que todos tengan una participación en la gestión integral de estos, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento publicado el 1 de enero de 2007, terminan las especulaciones sobre la responsabilidad que tiene cada uno de los integrantes de la cadena, desde el fabricante, formulador,

distribuidor, hasta el usuario final, estableciendo la responsabilidad compartida de todos los involucrados, los costos derivados del manejo integral de los mismos y en su caso, la reparación de los daños. (SEMARNAT, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2014)

Debido a las Leyes, Reglamentos y Normatividad se realizaron Planes de Manejo de los Envases Vacíos de agroquímicos con el fin de que se minimicen y se dispongan de una manera adecuada los residuos generados. Si bien esta acción ayuda a un mejor manejo de los envases, aprovechamiento y valorización, no profundiza en el tema de la valoración energética de los residuos la cual es muy viable por el alto poder calorífico de los envases, para ello también se tiene una legislación para que los residuos puedan ser tomados en cuenta e introducirlos a otra cadena productiva con el fin de minimizar los residuos en los sitios de disposición final ((SEMARNAT), 2012)

En México la valorización o aprovechamiento de los residuos es un tema que todavía no tiene mucho auge debido a que la aplicación de la tecnología no es rentable en la escala actual del manejo de residuos que se tiene en el país y a la falta de seguimiento a la normatividad para llevar a cabo esta actividad, sin embargo algunas industrias ya están tomando cartas en el asunto y compran este tipo de residuos con el fin de reducir sus gastos como el que representa la compra de combustibles fósiles.

1.2 Objetivo General

Evaluar las alternativas de aprovechamiento y/o valorización de los envases vacíos de agroquímicos en México investigando las diferentes alternativas dentro de una cadena productiva

1.3 Objetivos particulares

- Investigar la situación actual en México del manejo de los envases vacíos de agroquímicos consultando información impresa y electrónica.
- Describir las tecnologías de valorización y aprovechamiento viable para este tipo de residuos considerando las experiencias nacionales e internacionales.

1.4 Alcances

En el presente trabajo se realizará una búsqueda bibliográfica sobre la situación actual de los residuos agroquímicos en México así como una investigación de las alternativas de valorización para este tipo de residuos.

2. Antecedentes

2.1. Residuos de Envases Vacíos de Agroquímicos en México

Los agroquímicos son sustancias que se usan de manera intensiva para controlar plagas o insectos que pueden generar enfermedades en los humanos y en los animales, así como para poder controlar los insectos que puedan afectar la producción, elaboración, transporte y comercialización de los alimentos.

Son comúnmente conocidos como:

Insecticidas: para matar insectos.

Herbicidas: para eliminar las malas hierbas.

Fungicidas: para controlar las enfermedades causadas por hongos

La toxicidad de un agroquímico es la capacidad de producir alteraciones a la salud. La clasificación toxicológica se realiza en función de efectos agudos y no contempla efectos crónicos resultantes de exposiciones prolongadas.

Los residuos generados en esta industria son los envases vacíos que contienen las sustancias químicas, estos envases son considerados como peligrosos debido a los remanentes que se quedan adheridos a los envases. En México se generan aproximadamente 50 millones de envases de agroquímicos al año equivalente a 6,020 toneladas (PLAMREVP, 2012).

Tabla 1. Generación de envases vacíos de agroquímicos (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección en envases vacíos de agroquímicos y afines, 2013)

Tipo de Envases	Sector Agrícola
Plástico	64%
Metal	18%
Papel/Cartón	17%
Vidrio	.03%

Las diversas presentaciones y formulaciones de los insumos agrícolas hacen que en el campo se encuentren diferentes tipos de envases de plaguicidas, los más comunes son los envases rígidos, flexibles y metal (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección en envases vacíos de agroquímicos y afines, 2013):

➤ Rígidos

- Polietileno alta y baja densidad (PEAD y PEBD)
- Galones, 12, 20 litros
- Garrafas de 1, 2.5 galones 4, 5, 10 y 20 litros
- Bidones de 1, 5, 20 litros
- Botella de 0.040, 0.050, 0.060, 0.095, 0.100, 0.125, 0.200, 0.240, 0.250, 0.267, 0.500, 0.600, 0.900, 0.960, 1, 1.2, 1.5, 1.8, 1.85, 3.785, 4, 5, 9, 10, 20, 40, 50 litros, 1, 2.5 galones, 1.360 kilos
- Polietilentereftalato (PET)
- Botella de 0.110, 0.250, 0.500, 1 litros
- Garrafa de 5 litros.
- Vitrolero 1 litro
- Mezcla Polipropileno y Polietileno (COEX)
- Botella de 1.2 litros Polipropileno Tapas.

➤ Flexibles

- Papel y cartón
- Bolsa polietileno
- Bolsa de película aluminizada.

3. Problemática Ambiental Asociada a los Envases Vacíos de Residuos Agroquímicos

Los envases de agroquímicos, son peligrosos para los seres humanos y para el ambiente. Existe el peligro de que los envases vacíos puedan ser reutilizados para almacenar agua y alimentos, lo que podría provocar envenenamientos por plaguicida (PLAMREVP, 2012)

Comúnmente los envases son dispuestos de forma irresponsable en los canales de riego, ríos, arroyos, zanjas, brechas, barrancas, campo abierto y en otros casos son quemados o enterrados, generando focos de contaminación del medio ambiente (aire, tierra y mantos acuíferos) representando un peligro para la salud de las personas y de los animales (PLAMREVP, 2012)

Se ha tratado de abordar esta situación desde distintos ángulos pero no se ha logrado de una manera eficiente, ya que los agricultores no perciben que el manejo de los envases no es su responsabilidad sino del gobierno y de los fabricantes de los mismos (PLAMREVP, 2012)

La problemática de los envases de agroquímicos debe abordarse integralmente y desde su origen hasta la disposición final ambientalmente adecuada. Todas las medidas que se adopten pensando solo en la disposición final, a cargo y de responsabilidad del productor rural como último usuario, serán paliativas y parciales en virtud del gran problema que representa este tipo de residuos y también a la falta de alternativas confiables y no contaminantes. (Sustentable, 2007).

Como se mencionó anteriormente estos envases se caracterizan como residuo peligroso por haber contenido sustancias tóxicas; se le suma además, la posible toxicidad derivada de su misma composición química y del manejo inadecuado para su disposición final. Se puede hacer referencia, por ejemplo, a los envases de plástico clorado y/ o a la toxicidad de los colorantes como metales pesados (plomo u otros) que contengan estos plásticos. Este problema se agudiza como resultado de la falta de un registro y manejo de estos compuestos, además de una reglamentación en el control de los desechos, (Sustentable, 2007).

En relación a la exposición a materiales peligrosos mediante el manejo de los recipientes de agroquímicos vacíos la Organización Mundial de la Salud indica que hasta 1.5 millones de intoxicaciones por plaguicidas, incluyendo 20 000 muertes, ocurren cada año en todo el mundo. Muchas de estas intoxicaciones son causadas por un manejo inapropiado de los desechos de plaguicidas. Los impactos ambientales que pueden provocar son: contaminación de cuerpos de agua, contaminación visual, contaminación atmosférica cuando son quemados (Soria, 2000)

Analizando esta situación para el caso de México se tiene que los envases como botes o bidones son reutilizados por algunos sectores de la población sobre todo en aquellos de bajos recursos económicos por ejemplo: para contener el agua de consumo diario, lo que conlleva a intoxicaciones grave. (Soria, 2000).

Otro Problema presentado en materia ambiental es que cada envase se dispone de manera errónea o negligentemente en cuerpos de agua, o suelo que a la larga producen contaminación a dichas regiones por lo que con el paso de tiempo tiene que existir una remediación del sitio para poder conservarlo, (Soria, 2000).

La infraestructura para dar un manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos y peligrosos es aún insuficiente. La capacidad instalada en el país debe ser optimizada para contar con sistemas efectivos de manejo que permitan, por ejemplo, su aprovechamiento, recolección y reciclaje de los residuos. (P.N.D, 2007).

4. Marco Legal relacionado a los Envases Vacíos de agroquímicos en México

La gestión ambiental es considerada como el conjunto de acciones que realiza la sociedad para conservar y aprovechar los recursos naturales, generando con ello las condiciones que permitan el desarrollo de la vida en todas sus formas, es un elemento fundamental para armonizar las actividades productivas y el cuidado del medio ambiente.

3.1 Plan Nacional de desarrollo (2007-2012)

Los residuos peligrosos agregan un nivel de complejidad al problema, ya que no se han desarrollado suficientes espacios para su confinamiento. Los residuos depositados inadecuadamente tienden a contaminar los mantos freáticos y a degradar los suelos, haciéndolos inadecuados para cualquier uso (P.N.D, 2007).

En el Plan se establece que se tiene como prioridad aplicar una estrategia de gestión ambiental efectiva, transparente, eficiente, y expedita que garantice el cumplimiento de la legislación pertinente sin obstaculizar las actividades productivas, lo cual facilitará la reducción de la contaminación ambiental así como el adecuado manejo de residuos peligrosos y mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Otra estrategia es intensificar las regulaciones en materia de los Residuos Peligrosos, identificar fuentes generadoras y verificar que éstas sigan la normatividad ambiental para así controlar los efectos adversos que producen estos residuos.

3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

La regulación en México de residuos peligrosos se inicia en México en 1988 con La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en donde en su capítulo VI trata de materiales y residuos peligrosos y siete normas técnicas, de ellas la que se resalta la NOM-052-SEMARNAT-1993 que establece las

características que tienen los residuos peligrosos, en ella se enlistan los residuos y los límites que lo hacen peligrosos, esta norma se modificó en el 2005.

Publicada el 8 de octubre del 2003 tiene como objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

La LGPGIR define a los residuos peligrosos como aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

En esta Ley se encontrarán distintos artículos que resaltan el manejo de los envases que contuvieron materiales peligrosos.

Artículo 21.- Factores que consideran que los residuos peligrosos constituyen un riesgo, con el fin de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos.

Artículo 35.- El Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la participación de todos los sectores de la sociedad en la prevención de la generación, la valorización y gestión integral de residuos.

Artículo 41.- Los generadores y poseedores de residuos peligrosos, deberán manejarlos de maneja segura y ambientalmente adecuada.

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo por estar considerados como residuos peligrosos.

Así mismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

Así mismo, en El Reglamento de dicha Ley publicado en 2007 contiene distintos artículos que competen al manejo de los Envases Vacíos de Agroquímicos:

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. Los envases vacíos que contuvieron agroquímicos o plaguicidas o sus residuos se sujetarán a los criterios establecidos en los planes de manejo, en la norma oficial mexicana correspondiente u otras disposiciones legales aplicables.

3.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La Ley tiene como objetivos:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera.

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente en Materia de Residuos Peligrosos en su artículo 31 hace mención a los sistemas de disposición final de agroquímicos mencionando que el sitio de disposición destinado para este solo tendrá que ser residuos agroquímicos o envases vacíos que hayan contenido en su momento este tipo de producto.

En el mismo reglamento en el Art. 32 hace mención a que lo sitios de confinamiento o de recepción de este tipo de residuos y que deberá comprender como mínimo el sitio.

4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT 2005

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Donde en su listado 1 en su giro 6 considera a los plaguicidas como tóxicos.

4.2 Código Internacional de Conducta para la distribución y utilización de plaguicidas

10.1 Todos los envases de plaguicidas deberían ir claramente etiquetados, de conformidad con las directrices aplicables y en consonancia, como mínimo, con las directrices de la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) sobre buenas prácticas de etiquetado.

10.4 Los gobiernos deberían adoptar las medidas reglamentarias necesarias para prohibir el re-embudo y la decantación de cualquier plaguicida en envases de alimentos o bebidas, y para hacer cumplir estrictamente las medidas punitivas que induzcan eficazmente a abstenerse de tales prácticas.

10.5 Los gobiernos, con ayuda de la industria de plaguicidas y con la cooperación multilateral, deberían hacer un inventario de las existencias de plaguicidas en desuso o no utilizables y envases vacíos de plaguicidas, así como establecer y poner en práctica un plan de acción para eliminarlos, o para resolver los casos de lugares contaminados (40), y llevar un registro de tales actividades.

10.6 Se debería alentar a la industria de los plaguicidas para que, con la cooperación multilateral, apoye a la disposición final de cualesquiera plaguicidas prohibidos u obsoletos, así como los envases usados, de una manera ambientalmente racional, que incluya su reutilización con un riesgo mínimo, si está aprobada y resulta apropiada.

10.7 Los gobiernos, la industria de los plaguicidas, las organizaciones internacionales y la comunidad agrícola deberían aplicar políticas y prácticas que eviten la acumulación de plaguicidas obsoletos y envases usados

5. Situación Actual en el manejo de Envases Vacíos de Agroquímicos en México.

5.1 Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines "Conservemos un Campo Limpio"

La SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) a través del SENASICA (Servicio Nacional de la Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) en coordinación con los sectores involucrados en la producción, distribución, uso, manejo y disposición final de los envases vacíos de plaguicidas en las entidades federativas, implementan el Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines "Conservemos un Campo Limpio", con la finalidad de fortalecer la armonía de las actividades agrícolas de los sectores productivos del país con el ambiente y la salud de los trabajadores en el campo. (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección en envases vacíos de agroquímicos y afines, 2013).

El programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y afines tiene como objetivo: El programa tiene como objetivo implementar estrategias para la protección de cultivos en México llevando a cabo un manejo integral de los envases vacíos de agroquímicos con el fin de disminuir los riesgos a la salud y favorecer la sustentabilidad del medio ambiente.

Bajo la definición de Responsabilidad Compartida, la AMIFAC (La Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria) considera que la logística de operación de implementar un Plan de Manejo autofinanciable de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines deberá contar con el apoyo gubernamental para la agilización y emisión de autorizaciones correspondientes para la instalación y operación de los Centros de Acopio Primarios y Temporales, en los cuales se recibirán todos los envases vacíos de agroquímicos y afines lavables y no lavables.

Todos los agricultores, distribuidores y demás usuarios de agroquímicos y afines deberán llevar los envases vacíos que recopilen a los Centros de Acopio Primarios

o Temporales, teniendo que aportar la cuota correspondiente a los costos de prensado, empaçado, transporte y aprovechamiento de los residuos de los envases.

Este programa actualmente es voluntario y se siguen los siguientes pasos para poder llevar a cabo el programa. (PLAMREVP, 2012)

1.- Deberá hacer llegar una carta en hoja membretada y firmada por el representante legal de la empresa con los motivos por los que está interesado en incorporarse al Plan de Manejo de Envases Vacíos de Agroquímicos y afines.

2.- Adquirir el producto

3.-Una vez que el envase queda vacío realizar el triple lavado.

4.- Devuelve a tu proveedor o al centro de acopio los envases vacíos con su tapa original.

5.- Se lleva el envase a disposición final.

Para llevar a cabo de una manera eficiente este programa se le tiene que informar al generador de los residuos la importancia del triple lavado. Estudios de laboratorio realizados por la AMIFAC y asociaciones de otros países de América Latina han demostraron que al realizar el triple lavado a los envases de plástico rígido se elimina más del 99.99 % de los residuos. A través de muchas pruebas y análisis realizados en diferentes países y por diferentes instituciones, se puede afirmar que los residuos dentro de los envases se reducen de forma tal que casi no son detectables. El término de "Triple Lavado" ha sido inclusive aceptado por algunas autoridades como sinónimo de limpieza de los envases. (PLAMREVP, 2012)

Tabla 2. Resultados del estudio para comprobar la eficiencia del triple lavado (INEEC, Instituto Nacional de Ecología, 2007)

Nombre comercial	Presentación	Cont. I.A.	Ingrediente Activo (IA)	ppm en el envase	ppm en 3er lavado	% del IA del original	% eliminado en el lavado
	(lts)	(%)					
Gesapim	1	40.8	Atrazina	408 000	40.8	0.0001	99.999
Decis 2.5 CE	1	2.5	Deltametrina	25 000	0.069	0.0001	99.999
Thiodan 35 CE	1	33.5	Endosulfan	335 000	28	0.0001	99.999
Tamarón 600	1	48	Metamidofos	450 000	0.021	0	100
Paramethyl 72CE	1	72	Parathion metílico	720 000	28.15	0.0001	99.999
Faena	1	41	Glyphosate	410 000	0	0	100

Centros de Acopio

Son jaulas, casetas, bodegas, distribuidores de agroquímicos o cualquier contenedor que reúna las características que seguridad y control del mismo donde el agricultor o usuario tiene un acceso más cercano para poder depositar los envases vacíos de agroquímicos y afines lavables o no lavables, secos y perforados. Estos envases y tapas deberán estar en bolsas de plástico transparente con un calibre de 300 de espesor. (PLAMREVP, 2012)

Centro de acopio primario deberá darse de alta y registrarse en el como un micro generador de residuos peligrosos. Los costos y el mantenimiento de este tipo de centros de acopio serán cubiertos por el usuario final. El beneficio por tener un centro de acopio primario será que podrá contar con un espacio que cumpla con la normatividad y recolectar sus propios envases de manera primaria.

Los Centros de Acopio Primarios, deberán estar ubicados en lugares donde se pueda tener control y supervisión sobre quienes, cuándo y cómo dejan los envases vacíos de agroquímicos y afines.

Los Centros de Acopio Primarios sólo reciben tapas y envases por separado lavables o no lavables, secos y perforados en bolsas de plástico transparente con

un calibre de 300 de espesor. El volumen máximo que pueden recolectar o almacenar estos Centros de Acopio Primarios es de 400 kilos y lo podrán almacenar por un periodo máximo de seis meses. (PLAMREVP, 2012)

Centro de Acopio Temporal: Son naves tipo industrial que sirven para separar, acondicionar y reducir el volumen de envases vacíos de agroquímicos y afines. Los envases compactados deberán estar por un tiempo máximo de seis meses en el Centro de Acopio Temporal. (PLAMREVP, 2012).

Debido a la problemática que ha tenido en el manejo de los envases vacíos de los agroquímicos México a través de la SAGARPA ha dado la pauta estableciendo programas para una recolección más eficiente para que posteriormente pueda dar un manejo adecuado, ha tenido logros importantes ya que están informando sobre los centro de acopio para que los trabajadores puedan disponer de sus envases y minimizar el impacto al ambiente.

Logros del Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos al 2013 (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines, 2014).

1. Recolección de 2,850 toneladas de envases vacíos de plaguicidas de uso agrícola.
2. Fortalecimiento del Sistema de Recuperación y Eliminación de Envases Vacíos de Plaguicidas para la protección de cultivos, productores y ambiente.
3. Integración de una cadena de valor de los envases vacíos de plaguicidas.
4. Sostenibilidad económica y financiera para la operación del Programa.
5. Fortalecer el Programa con la participación de las instituciones de Gobierno.

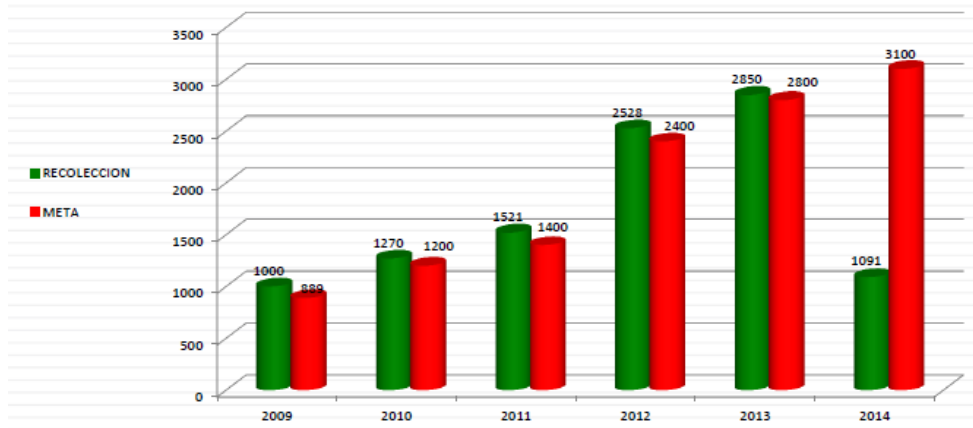


Figura 1. Recolección desde 2009 a 2013 (SAGARPA, Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines, 2014)

Nota: Las unidades de recolección son toneladas

6. Alternativas de aprovechamiento y/o valorización de Envases Vacíos de residuos agroquímicos en México

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, que llevan consigo beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región, el cual prioriza las opciones de manejo de residuos en un orden de preferencia que parte de la prevención de la generación, del reúso, reciclaje o compostaje, de la incineración con recuperación de energía, de la incineración sin recuperación de energía, y del confinamiento en rellenos sanitarios como última opción. (INEEC, Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos, 2000).



Figura 2. Pirámide, Jerarquía para Gestión de Residuos (REPSOL, 2000)

6.1 Minimización

Minimizar la producción de residuos forma parte de la estrategia de prevención de la contaminación que incluye cualquier medida que tome una empresa para reducir la cantidad de residuos creados por un proceso de manufactura antes de reciclar, tratar o disponer del residuo (SEMARNAT, Minimización de residuos, 2005).

Las alternativas de minimización son las siguientes (Hugo Allevato, 2002)

Sistemas de Distribución de Campo

Realizar la distribución del agroquímico que se podría realizar desde la planta sintetizadora o importadora para luego transportarse en auto-tanques hasta el centro de carga (distribuidores) para luego en la zona alimentar a camiones cisternas portátiles que alimentaran a las pulverizadoras del campo.

Sobre Generación de envases

Reducir o eliminar los envases plásticos mediante el envasado de los productos en un nuevo material cuya principal característica es la ser hidrosoluble. Actualmente se han llevado pruebas con un polialcohol deshidratado, sólido a temperatura ambiente, que se disuelve al incorporarlo en solución al tanque de la pulverizadora, su inconveniente es que no es aplicable para todos los productos aparte de ello el producto no se vende formulado lo que puede disminuir la eficacia y eficiencia del producto.

Por otro lado los trabajadores deben de llevar un inventario de su insumo debido a que se llega a comprar más producto de lo que se va a utilizar lo que lleva a que el producto con el tiempo se caduque y se tenga que desechar con el producto adentro.

6.2 Aprovechamiento/Reciclaje

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define al Aprovechamiento como el conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante la reutilización, re-manufactura, rediseño, y recuperación de materiales secundarios o de energía.

El reciclaje es la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico (valor de uso/cambio) evitando su disposición final. Pueden ser reciclados los envases o embalajes que hayan sido sujetos a tratamiento. Sin embargo, en ningún caso, se podrán emplear estos envases para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

El material recolectado y acondicionado se recicla, es decir se vuelve a utilizar. Esto con envases metálicos es perfectamente posible ya que las acerías reciclan todo tipo de metal.

Acero Inoxidable:

El acero inoxidable es una aleación del hierro que contiene níquel y cromo para protegerlo frente a la corrosión y al óxido. Este material es extremadamente sólido y resistente a altas temperaturas lo que le proporciona un rendimiento óptimo en condiciones químicas y medioambientales graves. Las propiedades físicas inherentes al acero inoxidable lo convierten en un material ideal para su utilización en los sectores de la construcción, de la automoción y de los transportes. (Recycling, 2010)

EL CICLO DE VIDA DEL ACERO

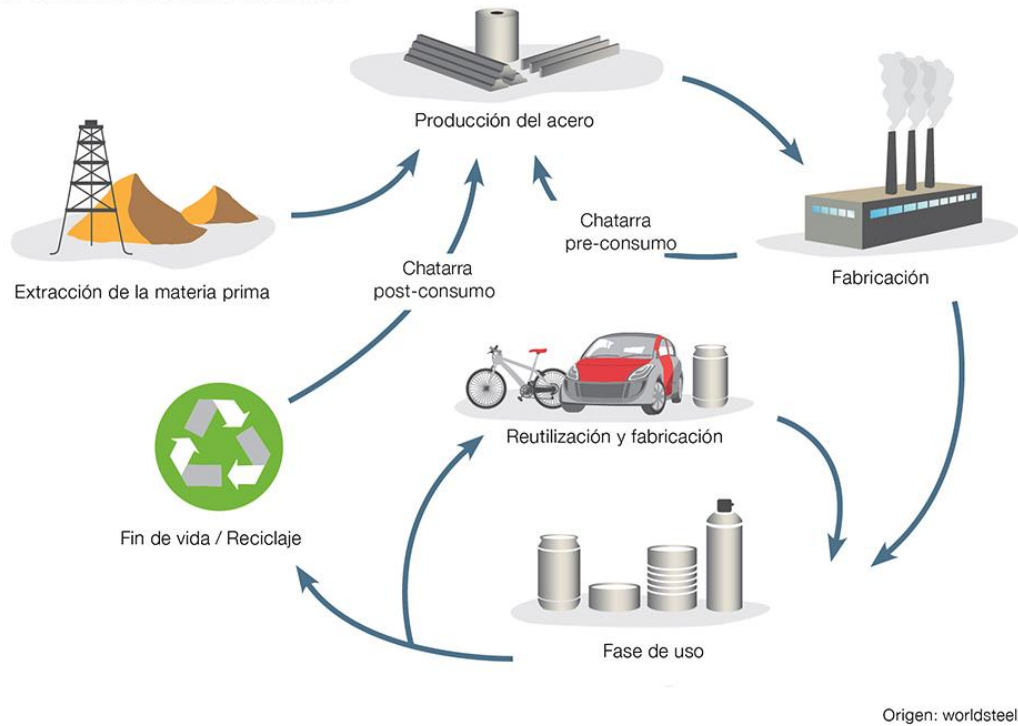


Figura 3. Ciclo de Vida del Acero (Apeal, 2015)

Aplicaciones el acero inoxidable es 100% reciclable y no pierde ninguna de sus propiedades físicas originales en el proceso. Las aplicaciones más habituales son (Recycling, 2010):

Construcción: Su excelente resistencia frente a la corrosión, su dureza y su maleabilidad permiten la construcción de tejados y muros cortina muy atractivos, duraderos y con un mantenimiento muy bajo.

Producción y almacenamiento de alimentos: El acero inoxidable resiste la colonización de bacterias, no altera el sabor de los alimentos y se limpia y esteriliza fácilmente.

Transporte: Los vagones de pasajeros de los trenes de alta velocidad actuales se construyen con frecuencia con acero inoxidable, lo que ofrece resistencia estructural y una protección mejorada frente a las colisiones.

Asistencia sanitaria: La mayoría de los instrumentos quirúrgicos se fabrican con acero inoxidable por su dureza y resistencia a los lavados y esterilizaciones frecuentes.

Hogar: El acero inoxidable se ha utilizado tradicionalmente en la fabricación de electrodomésticos, baterías de cocina y cuchillos.

Aluminio

El reciclado del aluminio es un proceso complejo, en el que intervienen diversos factores. Tanto sus canales de recuperación como sus aplicaciones y mercados presentan múltiples posibilidades. El papel del recuperador se convierte en algo fundamental ya que se encuentra en el centro del “ciclo” y colabora en forma decisiva para darle el mejor uso posible a un material que puede ser reciclado prácticamente en un 100%. (ARPAL, 2015)

El aluminio no libera emisiones tóxicas durante su procesamiento o durante su uso y no se corroe, lo que lo convierte en un material seguro para los seres humanos. También es muy ligero, y gracias a ello se requiere mucha menos energía para su transporte, reduciendo así los niveles de emisiones de CO₂. Pero el valor de este metal no termina ahí: más del 75% de todo el aluminio producido en su corta historia de poco más de 100 años, todavía está en uso hoy en día.

Reciclar una tonelada de aluminio ahorra alrededor de 4 toneladas de bauxita, su materia prima principal, y el 95% de la energía necesaria para producir aluminio primario. Esto, a su vez, ahorra 9 toneladas de emisiones de CO₂. El reciclaje de chatarra de aluminio en la actualidad ahorra alrededor de 80 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero cada año. Esto es equivalente a la eliminación de 15 millones de automóviles de las carreteras del mundo. (Interempresas, 2015).

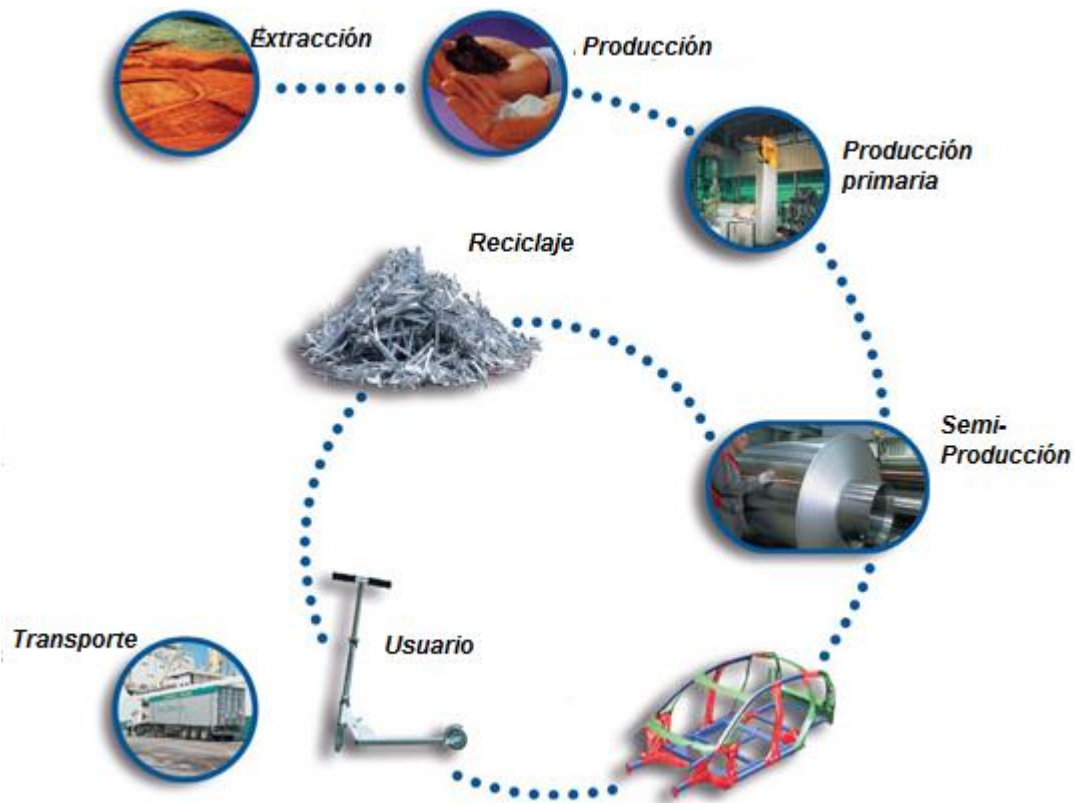


Figura 4. Ciclo de vida del Aluminio (Mendez, 2011)

PET/PEAD

Para este tipo de material después del triple lavado muchos artesanos lo están utilizando para producir artesanías con las botellas. La incorporación de la producción artesanal a los programas de desarrollo económico como medio de generar ingresos al campo ha tenido un gran impacto el cual no se tenía previsto en la minimización de la generación de residuos. (Rodríguez, 2009).

Varios países de América Latina han optado por elaborar artesanía con envases de este material donde hay empresas involucradas para darle el proceso adecuado a este plástico.

El primer paso para el reciclado es hacer la recogida selectiva de los plásticos, en origen por los todos los consumidores, para ello debemos separa los residuos plásticos del resto de la basura y depositarlos En un contenedor. Posteriormente se clasifican según los colores y se procede a su lavado y compactado.

Las personas del campo actualmente trabajan con el plástico de las botellas que se encuentran para elaborar artesanías, y este trabajo hecho a mano y con un gran impacto y son ignorados por las autoridades.

Un caso que se está dando en México es el los artesanos de la región Mixteca en Oaxaca que han sustituido la palma por el plástico reciclado para sus artesanías y productos como son sombreros, petates, sopladores, canastos, entre otros productos. (Pineda, 2014)

El reciclaje del plástico es muy importante porque se está integrando a una cadena productiva la cual está generando ingresos y puede generar empleos siempre y cuando las autoridades se centren en este tipo de trabajo y den apoyo a las comunidades para hacer crecer el negocio.

Las Artesanías que se pueden generar con el plástico de las botellas son las siguientes.



Figura 5. Artesanía de la Región Mixteca (Pineda, 2014)



Figura 6. Figura de PET Veronika-Richterova (Richterová, 2015)

PAPEL/CARTÓN

Actualmente existe un Plan de Manejo para los residuos de papel y cartón de la Cámara Nacional de las Industrias de la celulosa y el papel.

Este Plan de Manejo dice que el papel y cartón se pueden reciclar para fabricar papel nuevo, a pesar de las fuertes inversiones que se tiene que realizar y la maquinaria que se emplea en cada uno de los procesos.

México con el objeto de cubrir las necesidades de los requerimientos fibrosos del sector importa alrededor de 1.6 millones de toneladas de fibra secundaria para reciclar provenientes en su mayoría de Estados Unidos de América, dado que en México se están acopiando bajo el modo de “arancel del desperdicio 177,000 toneladas privando a los productores nacionales de materia prima muy valiosa. (Papel, 2012)

Por lo que si del total de los envase vacíos de agroquímicos el 17% son de papel y cartón estamos hablando de alrededor de 1,000 toneladas de papel que no se recupera y se pierde muchas veces en rellenos sanitarios, por lo que es extremadamente viable que se incorporen nuevamente al proceso productivo y con ello ayudar a que las empresas no gasten dinero importando materia prima que se tiene en el país.



Figura 7. Ciclo de Vida del Papel y Cartón (CARPA, 2014)

6.3. Valorización

La definición que la LGPGIR da es el principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su incorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

El uso de combustibles en la industria del cemento es reconocido por sus grandes beneficios ambientales. La industria del cemento es responsable del 5% de las emisiones globales de CO₂ y casi el 50% es por la quema de combustibles fósiles.

El uso de combustibles alternativos tiene beneficios tanto económicos como ambientales, ya que estos combustibles son prácticamente residuos de procesos industriales que debido al volumen y toxicidad de estos generan un grave problema en la parte de gestión de residuos en la mayor parte de los países. (CEMEX, 2012)

Para que los residuos puedan valorizarse como combustible alternativo tienen que cumplir con un mínimo de poder calorífico; en la literatura se presentan algunos criterios para su aprovechamiento en la industria.

- El Ministerium für Umwelt, Nordrhein-Westfalen, propone un valor de poder calorífico mayor a 2,627.3 kcal/kg como guía para el uso energético de los residuos en la industria del cemento.

- La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) especifica un valor de, al menos, 2,770.6 kcal/kg, para la combustión de residuos peligrosos en calderas y hornos industriales.

Las fábricas de cemento han aprobado la alternativa de los residuos peligrosos como combustibles desde 1970 y hasta ahora el uso de estos representa el 12% de sustitución de combustibles mundial en hornos de cemento. (CEMEX, 2012)

México es uno de los 15 principales productores de cemento en el mundo por ende el medio ambiente es de suma importancia para la industria, por ello en 1996 se hizo un acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales (SEMARNAT) de realizar un disminución y reciclaje energético de los residuos por lo cual también se han reducido emisiones debido a las nuevas tecnologías implementadas. La industria del cemento está catalogada como “industria limpia” por la Procuraduría Federal de Protección al ambiente (PROFEPA). (CEMEX, 2012)

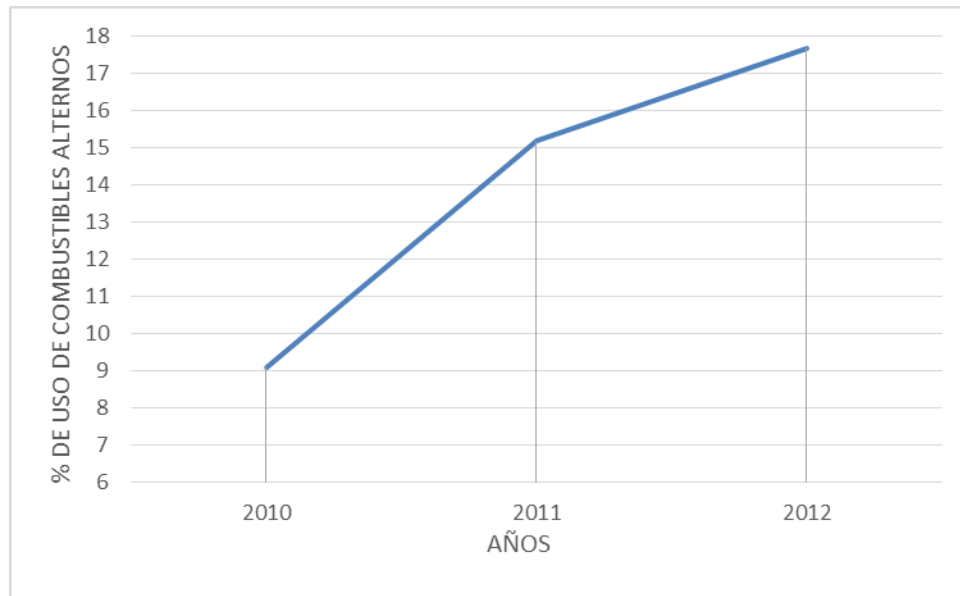


Figura 8. Uso de Combustibles Alternos en la Industria Cementera (CEMEX, 2012)

El consumo energético en las fábricas de cemento depende de las materias primas empleadas para la elaboración de cemento. El consumo de combustibles en el horno de

Clinker se sitúa entre 700 -1300 kcal/kg, lo que equivale a 185 kg de carbón o de coque por tonelada de combustible. (León, 2012)

En la operación de la molienda, tanto de las materias primas de su cocción como en el proceso del Clinker y adiciones para obtener el cemento. Ambas operaciones suman aproximadamente 75 % del consumo de energía eléctrica. (León, 2012)

Así las materias primas no deben estar contaminadas con sustancias indeseables como materia orgánica y los combustibles deben de tener un contenido limitado de determinados elementos como cloro, metales pesados para garantizar la estabilidad del proceso y limitar los posibles efectos ambientales. (León, 2012)

Los costos energéticos representan el 40% de los costos de fabricación aproximadamente. La disminución de los costos de operación en las empresas cementeras es de suma importancia para las empresas para aumentar su competitividad. (León, 2012).

Características de los residuos para su uso como combustible alternativo en hornos de cemento

La NOM-040-SEMARNAT-2002 –Fabricación de cemento hidráulico- Niveles Máximos de emisión a la Atmósfera- define que los combustibles de recuperación son aquellos materiales que tengan un poder calorífico superior a los (15 MJ/kg). Los residuos que en la norma se enuncian combustibles alternos pero no limita a usar otros que sean factibles son los siguientes:

- Aceites y grasas
- Lubricantes gastados
- Textiles impregnados con hidrocarburos
- Llantas usadas
- Residuos marcados con la normatividad vigente que no estén registrados como RP

Como característica interesante para el reciclaje se destaca que el poder calorífico neto del material plástico es de 45 MJ / kg (Mega Joule por kilo) y el valor de sustitución es de 1:1, con respecto al combustible tradicional (Petróleo). (Hugo Allevato, 2002).

6.4. Tratamiento

El tratamiento se define en la LGPGIR como los procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

En el caso de los residuos de envases el mejor tratamiento es el térmico (Incineración) ya que reduce la peligrosidad de los residuos y su volumen.

La incineración de residuos está prevista como una opción para el tratamiento de los diferentes tipos de residuos tanto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), como en el Convenio de Estocolmo. En ambos casos dicho tratamiento térmico está sujeto a restricciones tendientes a prevenir o reducir la liberación al ambiente de contaminantes, particularmente de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), al identificarse que este tipo de tratamientos constituyen fuentes potenciales importantes de estos últimos. Así mismo, tanto en la Ley como en el Convenio y en las guías elaboradas en su contexto para lograr el objetivo antes citado, se indica que antes de optar por la incineración de los residuos se deben considerar otras alternativas para su minimización, valorización y/o tratamiento ambientalmente adecuado y no emitir COP. (Nava, 2005)

Este tratamiento es especialmente indicado para residuos que presenten las siguientes características (Abellán, 2014):

- Alta resistencia frente a procesos de tratamientos biológicos y alta persistencia en el ambiente.
- Alta volatilidad y, por consiguiente, fácil dispersión (por ejemplo, disolventes).
- Contenido de compuestos clorados, con metales tales como plomo, mercurio, cadmio, zinc y nitrogenados, fosforados o sulfurados.

El proceso de incineración ha existido en México desde finales de la década de los 70, antes del establecimiento de la legislación que rige actualmente a los residuos peligrosos. La incineración se ofreció como un servicio comercial desde 1990, sin embargo, a partir de 1996, tras la publicación de la NOM-087-ECOL-1995, donde se establecen los requisitos de manejo de los residuos biológico-infecciosos, la infraestructura instalada creció rápidamente, en especial para la incineración de éstos residuos.

Actualmente existen en México 35 empresas autorizadas para la incineración de residuos peligrosos. Algunas de ellas cuentan con más de un equipo, por lo que hay un total de 43 incineradores operando, de los cuales el 85% se utiliza para residuos biológico-infecciosos y el 15% restante incinera residuos industriales (DGCMI, 2001). A la fecha, la incineración no se aplica como método de tratamiento para residuos sólidos municipales a escala industrial.

Norma Oficial Mexicana sobre Incineración La NOM-098-SEMARNAT-2002

Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes- Esta norma se debe de aplicar a cada uno de las empresas autorizadas para llevar a cabo un proceso eficiente libre de emisiones, sobre todo de dioxinas y furanos ya que estos están sujetos al Convenio de Estocolmo

La incineración de residuos provenientes de cualquier actividad, incluyendo los residuos peligrosos, produce emisiones que provocan la contaminación del ambiente y con ello dañan a los ecosistemas y la salud humana; lo cual demanda la adopción de acciones preventivas tendientes a propiciar condiciones de operación adecuadas y valores límite de emisión aceptables, en particular en lo que se refiere a las dioxinas y furanos. Las acciones preventivas, de conformidad con la política ecológica, requieren de un enfoque en el que se incluyan los diferentes medios receptores, lo cual implica considerar de manera integral el control de las

emisiones al aire y el manejo de las cenizas. Por lo anterior, al publicarse esta Norma Oficial Mexicana se establece el primero de los distintos compromisos que derivarán del Convenio de Estocolmo; ya que al establecer límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera particulares para las instalaciones de incineración existentes y nuevas en el país se está procurando el cuidado de la salud de la población y del ambiente. (Nava, 2005)

Horno Cementero VS Incineración

Tabla 3. Diferencia de funcionamiento entre un horno cementero y una planta incineradora. (Fundación CEMA)

Horno de cemento	Incineración
La elevada temperatura de los gases (hasta 2000 ^o C) y el tiempo de residencia (hasta 6 s.), aseguran una destrucción efectiva de las sustancias tóxicas.	El tiempo medio es de 2 a 4 segundos a unos 950°C,
Cuando los gases de combustión se encuentran con la materia prima que está en el horno (cal en su mayor parte), los gases contaminantes se neutralizan (puesto que la cal supone un “lavado natural de los gases”, adicional al resto de filtros existentes) y la parte mineral no combustible del residuo se retiene en la estructura del clínker de forma irreversible.	Hay Cenizas que se generan en el proceso las cuales tienen que tener una disposición final adecuada
Entradas 92% Materias primas 6.4% combustible fósil 1.6% Residuos Salidas 100% CLINKER	Entradas 100% Residuos Salidas 30% Cenizas

6.5. Propuestas de Manejo de los de Envases Vacíos de Agroquímicos.

Se enlistaran las propuestas consideradas como las mejores para cada tipo de envase que se tienen

Tabla 4. Propuestas de Manejo de los Envases Vacíos de Agroquímicos

Tipo de Envase	Minimización	Aprovechamiento/Reciclaje	Horno Cementero	Incineración
Metal	X	X		
Plástico	X	X	X	X
Papel/Cartón	X	X		

7. Conclusiones

La problemática relacionada a los envases de agroquímicos ha crecido con el crecimiento de la industria, por lo que México se tiene que enfocar a dar distintas alternativas para los mismos, en este caso se tiene que hacer énfasis en la minimización, es decir no generar tantos envases, para ello es necesario que las instituciones sigan promoviendo la responsabilidad compartida entre los usuarios del producto.

Como resultado de la búsqueda de alternativas para el manejo de estos residuos, la mejor opción es el Aprovechamiento/Reciclaje ya que no se invierte en infraestructura para la manufactura de los mismos y se pueden generar artesanías de un gran valor agregado dando materia prima a los campesinos para obtener ingresos extras con su mano de obra.

Aunado a esto para los materiales que pueden ser aprovechados y se han utilizado como un insumo a un proceso productivo es muy viable ya que a las empresas que emplean materiales reciclados ahorran miles de pesos y ayudan al ambiente para que estos residuos no se dispongan de manera incorrecta.

Así mismo, la valorización es una actividad viable debido a que se usa como combustible alterno minimizando los costos a las empresas que compran residuos en lugar de combustibles fósiles y con ello minimizar los impactos de los Gases de efecto invernadero que se producen con la quema de éstos últimos.

La incineración se deja como una última opción ya que haciendo la comparación de ésta con la valorización tiene la desventaja de generar cenizas que aunque ya no poseen características tóxicas se tienen que disponer de manera adecuada.

Con estas alternativas se pretende que sea más sencillo para todos los involucrados dar un mejor manejo, minimizar los efectos al ambiente para que se tenga un lugar mejor para vivir.

8. Recomendaciones

Las autoridades deben de prestar atención a este tipo de residuos ya que sus impactos al ambiente y a la salud humana son catastróficos por lo que deben de implementar más medidas comunicación a todos los niveles para indicar lo importante que es tener un conocimiento sobre el ciclo de vida de los productos.

Es importante formar más recursos humanos con conocimiento en esta área para que se pueda manejar mejor este tipo de residuos y minimizar los impactos al ambiente, ya que la idea de cada una de las tecnologías y alternativas para los residuos son con el fin de tener un planeta más limpio, proteger a los ecosistemas y tener una mejor calidad de vida.

9. Referencias

(SEMARNAT), S. d. (2012). Residuos. Mexico.

Abellán, M. B. (Mayo de 2014). *Inventarios Nacionales de emisiones a la atmosfera*. Obtenido de http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/00_Introducci%C3%B3n_tcm7-219780.pdf

Apeal. (2015). *Un reflejo cada vez más habitual con los envases de acero*. Obtenido de <http://www.apeal.org/e-news/articles/224/19/Coma-Piense-Recicle/>

ARPAL. (2015). *El ciclo del reciclaje del aluminio*. Obtenido de <http://aluminio.org/>

CARPA. (2014). *Papel y cartón reciclado*. Obtenido de <http://www.carpasa.es/servicios/papel-y-carton/>

CEMEX. (2012). *Reducción del impacto ambiental a través de combustibles alternos y energía renovable*. Obtenido de <http://www.cemex.com/ES/DesarrolloSustentable/CasosEstudio/CombustiblesAlternos.aspx>

García, G. C. (2012). Problemática ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhaim, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 1-10.

Hugo Allevato, D. P. (2002). *Manejo Ambiental de Envases Residuales*. Argentina.

INEEC. (2000). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México D.F.

INEEC. (2007). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Plaguicidas: <http://www2.inecc.gob.mx/>

Interempresas. (2015). *Reciclaje y Gestión de Residuos*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/47930-El-ciclo-de-vida-del-aluminio.html>

León, D. C. (2012). *Valorización Energética de Residuos Como combustibles Alternativos en Plantas Cementeras*. Obtenido de Universidad Politécnica de València: <https://riunet.upv.es/bitstream>

Mendez, P. (mayo de 2011). *ebah*. Obtenido de ciclo de vida del aluminio: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE508AB/avaliacao-ciclo-vida-exemplo-acv-alcoa>

Nava, C. C. (2005). *Regulación de la incineración de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos en México*. Obtenido de http://siscop.inecc.gob.mx/novedades/regulacion_incineracion_residuos_en_mexico.pdf

P.N.D. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo*. Gobierno Federal, México.

- Papel, C. N. (2012). *Plan de Manejo para los residuos de Papel y Cartón en México*. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/residuos/solidos/Documents/pm-papelycarton.pdf>
- Pineda, A. C. (Diciembre de 2014). *Artesanos sustituyen la palma por el plástico*. Obtenido de <http://imparcialoaxaca.mx/general/23X/artesanos-sustituyen-la-palma-por-el-pl%C3%A1stico>
- PLAMREVP. (2012). *Plan de Manejo y recolección de envases vacíos de plaguicidas*. Querétaro: QUERÉTARO, COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE.
- Recycling, B. o. (2010). *Acero Inoxidable*. Obtenido de <http://www.bir.org/industry-es-es/stainless-steel-es-es/>
- REPSOL. (2000). *Gestión de Residuos*. Obtenido de http://www.repsol.com/es_es/corporacion/complejos/tarragona/nuestro-compromiso/medio-ambiente/gestion-residuos/
- Reyes, E. H. (2012). *Plan de Manejo de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines*. Chihuahua.
- Richterová, V. (2015). *El PET-art de Veronika Richterová*. Obtenido de <http://picnic.co/el-pet-art-de-veronika-richterova/>
- Rodriguez, F. C. (2009). *Artesanías y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/ArtesaniayMedioAmb.pdf>
- SAGARPA. (2013). *Programa Nacional de Recolección en envases vacíos de agroquímicos y afines*. México.
- SAGARPA. (2014). *Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines*. México.
- SEMARNAT. (2005). *Minimización de residuos*. Obtenido de http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/08_residuos/recuadros/c_rec2_08.htm
- SEMARNAT. (2014). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México.
- Senasica. (Noviembre de 2012). *Senasica*. Obtenido de Actualización de los términos de Referencia para la operación del Programa Nacional de recolección de envases vacíos de Agroquímicos: www.senasica.gob.mx
- Soria, L. (2000). *CENAPRED*. Obtenido de Evaluación de la generación de envases agroquímicos en una región del Edo. de Morelos: <http://www.bvsde.paho.org/>
- Sustentable, S. d. (2007). *Estructplan*. Obtenido de La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente.: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=2436>