

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**IMPACTO ECONÓMICO Y ECOLÓGICO DE LA DEGRADACIÓN DE
BOTELLAS DE PLÁSTICO EN MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

(ECONOMÍA INDUSTRIAL)

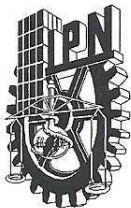
PRESENTA

ROSALES NUÑEZ DUNIA LIZET

MÉXICO, D.F.

MAYO DE 2011.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 10:00 horas del día 28 del mes de febrero del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:

Impacto económico y ecológico de la degradación de botellas de plástico en México.

Presentada por el alumno:

Rosales

Apellido paterno

Núñez

Apellido materno

Dunia Lizet

Nombre(s)

Con registro:

A	0	9	0	0	3	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias Económicas

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Francisco Almagro Vázquez
(Director de tesis)

M.en C. Héctor Allier Campuzano
(Director de tesis)

Dr. Humberto Ríos Bolívar

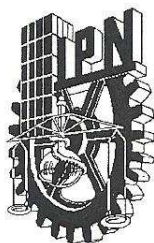
S.E.P. Dr. Guillermo Velázquez Valadez
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
E.S.E.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION

Dra. Alicia Bazarte Martínez

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Gerardo Angeles Castro

*gmf.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En México D. F., siendo las 10:00 horas del día lunes 28 del mes de febrero del año 2011, el (la) que suscribe Dunia Lizet Rosales Núñez alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias Económicas con número de registro A090039 adscrito a la SEPI ESE-IPN, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Francisco Almagro Vázquez y M.en C. Héctor Allier Campuzano y cede los derechos del trabajo intitulado Impacto económico y ecológico de la degradación de botellas de plástico en México, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Zumpango Mz. 352 Lt. 51. Colonia Azteca. 2da. Sección. Ecatepec, Estado de México (55120)

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

M.EN C. © DUNIA LIZET ROSALES NÚÑEZ

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

“Cuando sientas que todo está perdido, no es así solo ve un poco más adelante y veras a lo lejos una puerta con una luz alumbrante la cual iluminara tu camino y te hará ver que en realidad todo tiene solución que no hay cosa que no se pueda solucionar”

A mi madre

Deseo agradecer profundamente a la casualidad que la vida me otorgó al haberme puesto una madre maravillosa al nacer. Sin su apoyo en todo, el placer cotidiano de vivir sería simple monotonía. Es difícil imaginar cómo sería el andar cotidiano sin recordar su comprensión, su apoyo inmenso y su amor. Gracias por compartir y dedicar gran parte de su vida conmigo y por darme aliento para la ardua tarea de caminar hacia la perspectiva de un nuevo día.

A mi familia

La presente tesis se la dedico a mi familia y amigos que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona. Agradezco su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

Al Dr. Francisco Almagro

Agradezco sus sabios consejos a mi director de tesis, quien ha venido guiando mi formación no solamente académica, sino como persona, sin lugar a duda me han dado lugar a ver en la naturaleza esa combinación de complejidad y sencillez que a la vez se presenta.

Al M. en C. Héctor Aller Campuzano

Gracias a su amistad brindada, sus sugerencias y contribuciones para este trabajo, pues resultaron de gran utilidad. Además quiero darle las gracias por su paciencia para revisar este trabajo.

ÍNDICE

Índice de figuras, tablas y gráficas	vii
Lista de abreviaturas	ix
Glosario de términos	x
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv
CAPÍTULO 1. Generalidades	1
1.1. Antecedentes de la industria del plástico	1
1.2. Sustentabilidad aplicada a la industria de envases plásticos	4
1.3. Eliminación de residuos plásticos	9
1.4. Aditivo oxo-biodegradable utilizado en envases plásticos	13
1.5. Reciclaje de envases plásticos	16
CAPÍTULO 2. Análisis de mercado	21
2.1. Análisis de la industria del plástico	21
2.2. Normatividad aplicada a la industria de plásticos	35
CAPÍTULO 3. Producto Interno Neto Ecológico de México	40
3.1. Producto Interno Neto Ecológico (PINE)	40
3.2. Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM)	44
3.3. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM)	47
3.4. Metodología de cálculo	52

CAPÍTULO 4. Impacto económico y ecológico de los costos producidos por la contaminación de botellas de plástico en el PINE	57
4.1. Efecto de la degradación de los envases plásticos reflejado en el PINE con y sin aditivos oxo-biodegradables.	57
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	69

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ciclo de vida de los envases	4
FIGURA 2. Esquema general del proceso previo al reciclaje de envases	17
FIGURA 3. División SCIAN 2007	23

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Volumen de residuos sólidos urbanos generados de 1995-2009	7
TABLA 2. Disposición final de residuos sólidos	18
TABLA 3. Producto interno bruto total y por sector de actividad económica	24
TABLA 4. Producto interno bruto total y por sector de actividad económica. Estructura	25
TABLA 5. Valor agregado bruto en valores básicos	27
TABLA 6. Valor agregado bruto en valores básicos. Estructura	27
TABLA 7. Producción bruta en valores básicos	29
TABLA 8. Producción bruta en valores básicos. Estructura	30
TABLA 9. Producción de envases y embalajes en México	30
TABLA 10. Industria de envase y embalaje en México 2009	31
TABLA 11. Puestos de trabajo ocupados remunerados, dependientes de la razón social	34
TABLA 12. Puestos de trabajo ocupados remunerados, dependientes de la razón social. Estructura	35
TABLA 13. Balances y flujos físicos de los recursos naturales, 2003-2008	49
TABLA 14. Total del país producción y Producto Interno Neto Ecológico a precios corrientes	50

TABLA 15. Total del país producción y Producto Interno Neto Ecológico a precios corrientes. Estructura	51
TABLA 16. Valor agregado a precios básicos división de envases plásticos	59
TABLA 17. Proporción entre Producto Interno Bruto y Consumo de Capital Fijo Nacional	60
TABLA 18. Consumo de capital fijo por división	60
TABLA 19. Producto Interno Bruto por división	61
TABLA 20. Costos de degradación	62
TABLA 21. Producto Interno Neto Ecológico de la industria de envases plásticos	63
TABLA 22. Producto Interno Neto Ecológico de la industria de envases plásticos con uso de aditivo	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Producción de envases en México	29
GRÁFICO 2. División de envase por porcentaje de fabricación	32
GRÁFICO 3. Índice de personal ocupado en industria del plástico.	34
GRÁFICO 4. Gastos de protección ambiental como porción del PIB a precios básicos	50
GRÁFICO 5. Producto Interno Neto Ecológico contra Producto Interno Neto de la industria de envases plásticos.	63
GRÁFICO 6. Comparación de Producto Interno Neto y Producto Interno Neto Ecológico con y sin aditivo de la industria de envases plásticos.	65

LISTA DE ABREVIATURAS

AMME	Asociación Mexicana de Envase y Embalaje
ASTM	American Standard of Testing and Measurement
CNCP	Centro de Normalización y Certificación de Productos
DGN	Dirección General de Normas
ECOCE	Ecología y Compromiso Empresarial A.C
IMER	Industria Mexicana de Reciclaje
IMPI	Instituto Mexicano del Plástico Industrial
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
NOM	Normas oficiales mexicanas
PET	Polietilen tereftalato
PIB	Producto Interno Bruto
PINE	Producto Interno Neto Ecológico
SCEEM	Sistema de Cuentas Ecológicas y Económicas de México
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SCNM	Sistema de Cuentas Nacionales de México
SIP	Productos Innovadores en Sustentabilidad

GLOSARIO

Acción enzimática- Proceso realizado por proteína que cataliza específicamente cada una de las reacciones bioquímicas del metabolismo.

Aditivación- Proceso de agregar materiales que van dispersos físicamente en una matriz polimérica, sin afectar su estructura molecular.

Aerobio- Se denominan aerobios o aeróbicos a los organismos que necesitan del oxígeno biatómico para vivir o poder desarrollarse. El adjetivo "aerobio" se aplica no sólo a organismos sino también a los procesos implicados ("metabolismo aerobio") y a los ambientes donde se realizan

Anaerobio- Los organismos anaerobios o anaeróbicos son los que no utilizan oxígeno (O₂) en su metabolismo.

Biodegradables- Según ASTM, los polímeros biodegradables se degradan por la acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas.

Biogás- Gas, mezcla de metano y dióxido de carbono, producido por la fermentación bacteriana de los residuos orgánicos, que se utiliza como combustible.

Biomasa- Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía

Bioplástico- Envases fabricados a partir de recursos renovables, como maíz, trigo, hierbas y bacterias

Cadena de valor- La cadena de valor categoriza las actividades que producen valor añadido en una organización. Para cada actividad de valor añadido han de ser identificados los generadores de costos y valor. El marco de la cadena de valor

está inserto en el pensamiento de la gestión como una herramienta de análisis para la planificación estratégica. Su objetivo último es maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costos.

Compostable- Acción de degradación por microorganismos pero a una velocidad igual a la de los materiales que son compostables, tales como el papel, hojas y trozos de madera. Los plásticos compostables no deben dejar fragmentos que duren más de 12 semanas en el residuo, no pueden contener metales pesados o toxinas

Compostaje- El compost, composta o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono

Desarrollo integral- Acción de tomar igual importancia a las diferentes áreas que conforman la vida de un ser humano. Estas son: Salud física, profesión-intelecto, bienes materiales, relaciones interpersonales, espiritualidad y responsabilidad social.

Desarrollo sustentable- Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades

Empresa verde- Imagen de empresas que incorporan tecnologías más limpias adquiriendo normas de seguridad e higiene ambiental. Su obligación civil es garantizar un impacto bajo para un ambiente limpio en la comunidad.

Gestión ambiental- Conjunto de procedimientos para proteger o dañar lo menos posible el medio ambiente y, eventualmente, recuperarlo.

Humus- Sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias).

Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica.

Oxo-biodegradable- Polímero de origen fósil al cual es añadido un catalizador que permite su oxidación. La degradación es identificada como resultado del fenómeno de oxidación y biodegradación en simultaneo o sucesivamente. Los plásticos son consumidos por bacterias y los hongos después de que el aditivo ha reducido la estructura molecular, y por lo tanto han pasado a ser biodegradables

Plásticos biobasados- Plásticos elaborados a partir de materia prima agrícola.

Plásticos verdes- Comúnmente se denomina de esta forma a las materias primas provenientes de fuentes renovables, como puede ser la caña de azúcar.

Polímeros- Macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

Sello verde- Es un medio visual que permite orientar a los consumidores al interior de una sociedad, buscando que éstos prefieran productos o servicios que afecten en menor grado el medio ambiente, en comparación con productos o servicios similares. Se trata de un conjunto de símbolos registrados y reconocidos que usualmente certifican ante la sociedad, que el producto cumple con una serie de requisitos y normas establecidas con miras a proteger el ambiente de una comunidad.

Sustentabilidad- Utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la misma, de manera que se puedan satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, dar a conocer el impacto económico y ecológico que representa el uso de aditivos oxo-biodegradables en envases plásticos, en México, durante 2003 a 2008. Se utilizó este periodo para que concordaran los datos reportados por el Sistema de Cuentas Nacionales de México y los datos del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México.

El impacto económico se obtuvo calculando el Producto Interno Neto Ecológico, utilizando como herramienta la metodología del Instituto Nacional de Geografía y Estadística, donde el Producto Interno Neto es afectado por los costos de degradación provocados por la contaminación de envases. Se realizó el cálculo comparando el panorama actual donde no se utilizan los aditivos y el panorama con el uso de estos.

A nivel empresa se obtienen beneficios económicos, debido a que estas elevan su nivel de ventas por el prestigio que obtiene su marca a un bajo costo de producción, ya que no es necesario cambiar el proceso de producción de los envases plásticos.

El beneficio ecológico se verá reflejado en el medio ambiente, al poder eliminar los desechos de envases plásticos, y disminuir la contaminación provocada en suelos. Si se logra implantar esta tecnología en México y a nivel mundial, los resultados serían más beneficiosos para el ser humano.

ABSTRACT

The present work has the objective to announce the economic and ecological impact that represents the use of additives oxo-biodegradable in plastic packings, in Mexico, during 2003 - 2008. This paper aims, to publicize the economic and ecological impacts posed by the use of oxo-biodegradable additives in plastic containers in Mexico, during 2003 to 2008. This period was used for reconciling the data reported by the System of National Accounts of Mexico and the data of the System of Ecological and Economics Accounts of Mexico.

The economic impact was calculated getting the Ecological Net Internal Product, using as tool the methodology of the National Institute of Geography and Statistics, where the Net Internal Product is affected by the costs of degradation caused by contamination of packaging. Calculation was compared between the current situation where no additives are used and the picture with the use of these.

A company obtains economic benefits, because these raise their level of sales for the prestige of their brand to a low production cost, also, it is not necessary to change the production process.

The ecological benefit will be reflected in the environment, to eliminate the waste of plastic packaging, and reduce pollution in soils. If we would implement this technology in Mexico and in worldwide, the results would be more benefits for humans.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en todo el mundo existe una problemática importante debido a la contaminación del agua, el aire y el suelo, ocasionada en gran medida, por los grandes volúmenes de residuos que se generan diariamente y que recibe escaso o nulo tratamiento. Esta situación se agrava porque la basura, que está conformada por residuos de composición muy variada, generalmente se une y mezcla durante las labores de recolección lo que dificulta su manejo final. Últimamente, las botellas plásticas han llamado mucho la atención en México, es el producto de consumo cotidiano más versátil, la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje (AMME) justifica este hecho a las excelentes características de los envases plásticos, como son, larga vida de anaquel, bajo costo y fácil transporte; pero es un problema evidente en cuanto a su contaminación óptica y su manejo entre los residuos sólidos urbanos.

Si bien por sus características de peligrosidad la mayoría de los plásticos son un problema porque no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario de lo que ocurre con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Su eliminación es por lo tanto, un problema ambiental de dimensiones considerables. Además se fabrican a partir de derivados del petróleo, fuente no renovable de energía.

Hoy en día se mencionan medidas para detener el daño que ha causado la humanidad al medio ambiente. Uno de los principales medios de contaminación son los envases de plástico, los cuales deben su demanda a sus bajos costos de producción-transporte en comparación de otro tipo de materiales como cartón o vidrio.

Los plásticos son materiales de variados usos que han desplazado a la madera y al vidrio de una gran cantidad de aplicaciones que incluyen la industria de la construcción, la alimenticia, la farmacéutica y la del transporte. Se utilizan con

mucha frecuencia como substitutivo del cuero, en la industria del calzado, y de la lana en la textil; ha reemplazado a la goma como aislante en las instalaciones eléctricas y al metal en muchas piezas de automóviles; también para fabricar todo tipo de electrodomésticos. No obstante, la afección principal al medio ambiente se ubica en la producción de bolsas y botellas, porque se comercializan y desperdician de manera masiva. Cuando se desechan permanecen en el ambiente durante décadas y en muchos casos es imposible recoger los productos. Miles de bolsas obstruyen alcantarillas y drenajes, matan animales en la tierra, ríos y océanos, y desfiguran las calles, playas y paisajes.

Estudios del Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI) mostraron que los mexicanos ocupan el primer lugar en el consumo de refrescos, sumando 160 litros por persona al año. En 2008 se consumieron en México 2.5 millones de toneladas de plástico para producir envases, solo el 6% de estos, es decir, 150 mil toneladas, llegaron a procesos de reciclaje.

Los residuos de envases (plásticos, tetra pak, cartón) representan un 25-30% de los residuos sólidos municipales generados en el contexto mundial, de aquí el 11% corresponde simplemente a envases de plástico. El problema de la basura es que al no separarse correctamente, el proceso de reciclado se dificulta.

En general, los desperdicios de envases plásticos están básicamente formados por:

- a) Polietileno de baja densidad (PEBD),
- b) Polietileno de alta densidad (PEAD),
- c) Polipropileno (PP),
- d) Polietilentereftalato (PET)

Para solucionar la contaminación de envases plásticos, existe una creciente simpatía por los plásticos oxo-biodegradables, que son materiales tradicionales,

pero aditivados, con la intención de acelerar el tiempo natural de degradación, sin restarle propiedades mecánicas u ópticas al plástico.

El proceso de biodegradación busca ser sustentable, es decir, tener la capacidad de realizar una acción continua con un mínimo efecto ambiental a largo plazo, que sea factible económicamente y en el caso de los plásticos brinde el desempeño adecuado.

El término biodegradable implica que, en ciertas condiciones ambientales (humedad, rayos solares y oxígeno), organismos vivos actúan sobre el producto y permiten que sus componentes se reintegren a la naturaleza sin contaminar.

El uso de aditivos oxo-biodegradables es una opción que ha cobrado auge hoy en día, debido a que estos pueden hacer que las botellas se degraden en aproximadamente entre 6 meses y 3 años

Siendo la contaminación de envases plásticos un problema a nivel mundial La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), desarrolló una serie de parámetros relacionados con el reciclaje de plásticos en el código ISO 15270:2008, los cuales promueven la recuperación y reciclado de los desechos plásticos. Con la finalidad de guiar a los participantes de la industria plástica, a la creación de una infraestructura internacional capaz de soportar la recuperación y reciclado de productos plásticos, este código normativo será aplicado en todo el mundo para lograr que dichas acciones se lleven a cabo correctamente.

Con la intención de poder tener mas elementos para la toma de decisiones se pretende en esta investigación analizar el impacto económico y ecológico que produce la degradación de envases de plástico en México, mediante la medición de los impactos económicos derivados de la implementación de medidas como sería integrar aditivos al proceso de producción dentro del (Producto Interno Neto) PIN de la clase fabricación de botellas de plástico; y el posible ajuste a partir de estimaciones que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI)

en el Sistema de Cuentas Ecológicas y Económicas de México (SCEEM) denominados costos por degradación del suelo del cálculo del Producto Interno Neto Ecológico (PINE) ajustado por la degradación del suelo y ajustado por la implementación de aditivos en los plásticos que los hacen mas amigables con el medio ambiente.

Para cumplir con tal objetivo se plantea demostrar que los envases de plástico tienen un impacto negativo en la economía, así como en el medio ambiente de México. Si se implanta un proceso de degradación de estos envases, mediante aditivación, el efecto será positivo y se considera en el producto interno neto ecológico de México.

Este trabajo expone en el primer capítulo generalidades para introducir al lector temas de antecedentes y situación de mercado de los envases, para saber cómo llegaron a ser un problema para el ambiente y ser considerados un tema importante para la sustentabilidad del país. Abarca temas sobre las diferentes alternativas que tenemos para la degradación de los envases plásticos, entre los que se encuentran aditivos oxo- biodegradables.

El segundo capítulo trata temas sobre el análisis de mercado, para ubicar al lector en el marco económico nacional. Este capítulo da a conocer los sectores que afectan los envases de plástico, niveles de producción, participación en la economía, cantidad de personas que laboran en este sector, etc. Además se expone la normatividad aplicable a este tema.

En el tercer capítulo se da la introducción sobre el Sistema de Cuentas Nacionales y la metodología de cálculo del PINE a partir del PIB Nacional.

En el último capítulo se presentan los resultados de los cálculos realizados, comparando el Producto Interno Neto Ecológico resultante de la implementación de aditivos oxo- biodegradables y el panorama sin el uso de estos.

CAPÍTULO 1. Generalidades

1.1. Antecedentes de la industria del plástico

La industria del plástico es una industria joven que en el año 2004 cumplió 94 años de edad. Los primeros 50 años correspondieron a la investigación y la implementación de los descubrimientos realizados, los siguientes veinte años en la difusión de información y aprovechamiento de ellos y los últimos veinte años en optimizar el uso de los mismos.

A diferencia de materiales existentes en la naturaleza como, la madera y la piel de animales, que han sido utilizadas desde el origen de la humanidad; vidrio y metal que registran su uso en las primeras civilizaciones como Babilonia y Egipto; el plástico, es el primer material sintético, creado por el hombre.

El desarrollo de estas sustancias se inició en 1860, cuando el inventor estadounidense Wesley Hyatt ¹ desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de alcohol. Su producto, patentado con el nombre de celuloide, se utilizó para fabricar diferentes objetos, desde placas dentales a cuellos de camisa. El celuloide tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y deteriorarse al exponerlo a la luz.

Sin embargo, no es hasta 1907 cuando se introducen los polímeros sintéticos, cuando el Dr. Leo Baekeland descubre un compuesto de fenol-formaldehído al cual denomina “baquelita” y que se comercializa en 1909. Este material presenta gran resistencia mecánica aislamiento eléctrico y resistencia a elevadas temperaturas.

¹ A. Arias, “Envases y embalajes”

En el siglo pasado, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases

La industria de envases y empaques en México tiene más de 45 años de antigüedad en el mercado mexicano. Es una actividad intensiva en capital, pues requiere de maquinaria sofisticada que genere la producción necesaria para poder satisfacer al mercado. Es cíclica, ya que sigue el desempeño de la economía general

El uso de envases de plástico ha ido creciendo en los últimos 10 años, debido a que se está cambiando a una cultura de practicidad; es más fácil transportar un producto envasado en plástico (porque no se rompe, es más ligero, se puede compactar), que el mismo producto envasado en cristal o metal

Conviene mencionar que el crecimiento de la industria del envase de plástico se ha apoyado significativamente en el abaratamiento de su principal insumo, las resinas plásticas, así como a la expansión de ciertos mercados, tales como el de embotellado de bebidas.

En 1982, se funda la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje A.C. (AMEE), con el objetivo de brindar apoyo a las empresas fabricantes, así como fomentar el uso adecuado de los envases y embalajes de cualquier material, ya que en ese entonces los empresarios empiezan a ver la necesidad del uso de estos para que sus productos pudieran ser transportados, protegidos y comercializados a través de un envase que motivara al consumidor a comprarlo. Además, en aquellos años las empresas que comercializaban los envases y los embalajes se encontraban concentradas en unas cuantas compañías

El sector de empaque es uno de los que generan mayor basura y, al mismo tiempo, es uno de los más importantes para la industria del plástico, todos los que requieren de empaques para poder salir al mercado de consumo, por los que el sector es uno de los más comprometidos con el medio ambiente por la cantidad de desperdicios que generan

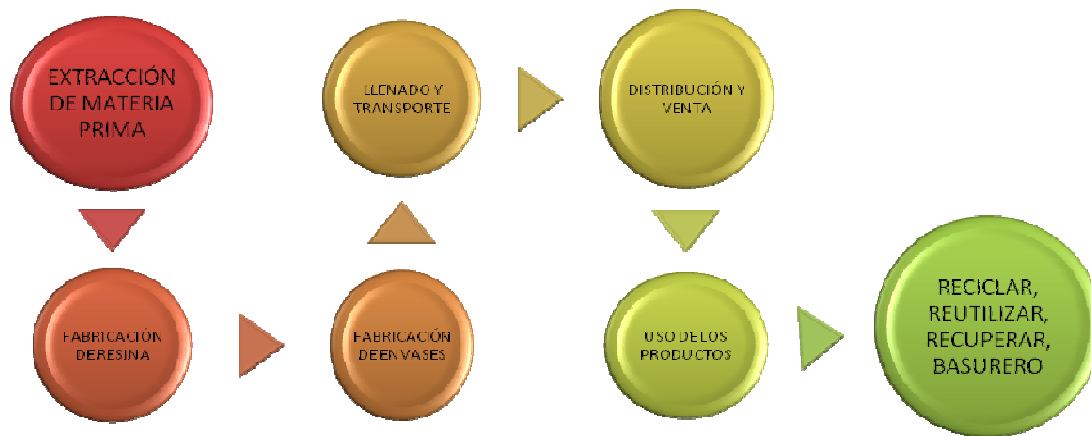
En efecto muchos ven a los envases como basura, o peor, como un problema. El auge de estos se debe a que contribuye a alargar la vida de anaquel de muchos alimentos, evita la pérdida de los productos por contaminación.

Hay cuatro áreas donde los envases plásticos hacen la diferencia a lo largo de toda su cadena de valor: reducen los desechos sólidos de otros materiales como vidrio y acero, reduce el empleo de materias primas y el uso de energía fósil y garantiza la seguridad y salud del consumidor protegiendo las bebidas contenidas en el.

Los envases impiden que se dañen los productos, lo cual permite disminuir los costos de los bienes de consumo envasados. Una mayor vida de anaquel contribuye a la sustentabilidad porque los productos pueden ser embarcados a los comercializadores de forma menos frecuente.

Un buen uso de los envases debe ser elemental para la plataforma de operación de cualquier empresa, por eso, debemos seguir educando a la comunidad para desarrollar mejores opciones para alargar la vida útil de los mismos. Comprender el concepto de *ciclo de vida* (figura 1) completo es crítico para entender el papel y beneficios de los envases.

FIGURA 1. Ciclo de vida de los envases



Fuente: Revista ambiente plástico, enero 2007.

1.2. Sustentabilidad aplicada a la industria de envases plásticos.

En numerosos foros internacionales, particularmente en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992 (la “Cumbre de la Tierra”), realizada en Río de Janeiro, los gobiernos de las naciones han adoptado el concepto de “sustentabilidad”, que se refiere a la posibilidad de que todas las personas puedan acceder a una mejor calidad de vida, respetando los límites que dicta la naturaleza.²

Para algunos expertos, sustentabilidad es la capacidad de realizar una acción continua con un mínimo o nulo efecto ambiental a largo plazo; dicha acción, además, debe ser viable económicamente, ofrecer beneficios sociales y en el caso de los plásticos, brindar desempeño adecuado.

² R. Schaich, “Cuidado del ambiente y el empaque flexible”

La idea de sustentabilidad no incluye solo el tema ambiental, sino que incorpora dos temas que están relacionados con el desarrollo sustentable: el aspecto económico y el social. En el ramo de los envases se llegó a hablar de que el mejor envase es el que no existía. Sin embargo, esto es imposible, ya que sin envases millones de personas no tendrían acceso a productos alimenticios en condiciones seguras e higiénicas.

Evaluar la sustentabilidad de un envase, no únicamente se remite a su etapa final que sería el manejo de residuos, sino que va sumando todo el ciclo de vida, desde: diseño, obtención de materias primas, transporte, fabricación, llenado, distribución y consumo.

Al hablar de sustentabilidad y cuidado al ambiente, el consumidor por lo general asocia estos términos con biodegradabilidad, y por lo general se pierde de vista el concepto en su conjunto.

Es una cultura que se debe promover en todos aspectos y, como productores y consumidores de envases, se debe trabajar en el desarrollo integral de soluciones que hagan más eficiente la utilización de recursos, considerando no solo los materiales empleados, sino también los formatos de envases y procesos utilizados en la cadena completa de suministro

En este sentido, la industria del envase y el embalaje, tanto en México como a nivel mundial, se ha dado a la tarea de participar activamente en este compromiso ambiental. Ya desde 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente que se llevó a cabo en la ciudad de Estocolmo, comenzaron a cimentarse los principios e iniciativas de concientización y participación activa a favor de una cultura de respeto al medio ambiente a partir del reciclaje y la explotación mesurada de los recursos naturales. En 1980 el Informe Brundtland amplía estos conceptos señalando que la calidad del medio ambiente es patrimonio y capital potencial de las sociedades y que, por tanto, debía hacerse un manejo racional de dicho capital. Y siendo la industria del envase la principal

generadora de productos de desechos sólidos de impacto ambiental, se propusieron modelos alternativos de producción y crecimiento de la industria, en el que el principio fundamental sería el de generar un modelo de desarrollo que permitiera a la sociedad satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los recursos naturales, para que las futuras generaciones pudieran a su vez satisfacer sus propias necesidades.

El gran aporte del Informe Brundtland dio como resultado el compromiso internacional conocido como la Agenda 21 que tuvo lugar en Río de Janeiro en el año de 1992, en el que las naciones, sus industrias y empresas se comprometían al cuidado y preservación del medio ambiente considerando a éste como un capital natural que debe ser potencializado y expandido a partir de una labor conjunta.³

Las posibilidades de transitar hacia un desarrollo sustentable se encuentran arraigadas en la puesta en marcha de una política verdaderamente participativa, en la que cada sector, grupo e individuo de la sociedad asuma su responsabilidad particular y actúe en consecuencia. En este sentido, la educación, la capacitación y la comunicación cumplen funciones de primer orden en el cometido de fomentar una nueva mentalidad y actitud hacia lo sustentable.

En México uno de los principales factores a atender ha sido el problema del crecimiento de la población y las necesidades que ello debe de cubrir. Las grandes concentraciones urbanas como las de la Ciudad de México, Monterrey o Guadalajara enfrentan el reto de tener que disponer de sus desechos sólidos de tal forma que no pongan en riesgo la salud de la población o que representen el envenenamiento del ambiente y la pérdida paulatina del patrimonio común de la sociedad.

³ M. Alemán, *“Envases y desarrollo sustentable”*, AMEE

En México la generación de residuos, independientemente de la localidad donde se generan, está compuesto en su principal porcentaje por residuos orgánicos, vidrio, cartón, plásticos, etc. El aspecto más alarmante es que en su composición todos siguen una tendencia sin variaciones, pero en el caso de los plásticos su porcentaje ha aumentado 7% desde 1995 a 2009, y su evaluación muestra que continuara en aumento, como se presenta en la tabla 1.

**TABLA 1. Volumen de residuos sólidos urbanos generados de 1995-2009
(Miles de toneladas y porcentajes)**

Año	Total	Productos de papel y cartón		Plásticos		Vidrios		Basura Orgánica	
1995	30509.6	4292.7	14%	1336.3	4%	1800.1	6%	15987.0	52%
1996	31959.4	4496.7	14%	1399.8	4%	1885.6	6%	16746.7	52%
1997	29272.4	4118.6	14%	1282.1	4%	1727.1	6%	15338.8	52%
1998	30550.5	4298.5	14%	1338.1	4%	1802.5	6%	16008.5	52%
1999	30952.0	4354.9	14%	1355.7	4%	1826.2	6%	16218.8	52%
2000	30732.9	4324.1	14%	1346.1	4%	1813.2	6%	16104.1	52%
2001	31488.5	4430.4	14%	1379.2	4%	1857.8	6%	16500.0	52%
2002	32173.5	4526.8	14%	1409.2	4%	1898.2	6%	16859.0	52%
2003	32915.7	4904.5	15%	2014.4	6%	2156.0	7%	16592.8	50%
2004	34602.0	5160.0	15%	2115.8	6%	2210.0	6%	17440.0	50%
2005	35404.9	5275.0	15%	2161.8	6%	2262.0	6%	17968.0	51%
2006	36135.0	5388.0	15%	2208.0	6%	2309.0	6%	18335.0	51%
2007	36865.0	5489.3	15%	2223.0	6%	2341.0	6%	18576.0	50%
2008	37595.0	5199.4	14%	4094.1	11%	2210.6	6%	19707.3	52%
2009	38325.0	5300.4	14%	4173.6	11%	2253.5	6%	20090.0	52%

Fuente: Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2009

En México la gestión integral y sustentable de los desechos reciclables funciona al revés de como se lleva a cabo en Alemania: Desde que en los años 80 comenzó la lucha por la Ley de Empaques y Embalajes, el gobierno alemán obligó al productor (como embotellador, distribuidor o comercializador) a contar con un

sistema de recolección y reciclaje de los envases desechables (concesionado por el *punto verde*) y desarrolló una alta logística y tecnología así como un mercado y empleos nuevos en el sector de la recolección, la separación y el reciclaje.

Mientras se estabilizaba en Alemania un sistema de reciclaje de lo más eficaz y moderno a nivel mundial, en México se desarrolló, desde los años 60, sin ningún apoyo estatal, sino por simple supervivencia, un sector informal capaz de demostrar cómo se puede crear y hacer florecer el reciclaje, en forma de una economía gris dentro de la economía formal, hasta la fusión con un sistema estatal.

Varias empresas trabajan activamente en este sentido y han manifestado su interés y compromiso con respecto al medio ambiente.

Por ejemplo, Procter & Gamble anunció que, dentro de sus metas para el 2012, busca desarrollar y comercializar al menos 50 mil millones de dólares en “Productos Innovadores en Sustentabilidad (SIP)”, considerando que estos reduzcan en al menos 10% el impacto al medio ambiente; así como reducir al menos 20% por unidad de producción sus emisiones de dióxido de carbono, consumo de energía, uso de agua y generación de desechos.

Sin duda uno de los programas más conocidos en la industria es el Sustainable Packaging Scorecard de Wal-Mart, lanzado en 2006 y que busca, entre otras cosas, reducir 5% del total de empaque utilizado en su cadena de suministro, ser surtido con energía 100% renovable, manejar cero desperdicios y vender productos sustentables. El objetivo principal de su cadena de valor sustentable es que, para el 2025, todo el empaque recuperado o reciclado sea igual a la cantidad utilizada en sus anaqueles.

Wal-Mart también anunció el concepto de las 7Rs del “empaque sustentable”, que son prácticas deseables hacia sus proveedores. Estas son, por sus iniciales en inglés:

1. Remove- Eliminar empaque innecesario
2. Reduce- Optimizar formatos y diseño de envases
3. Reuse- Reusar todo el material de transporte para el 2011, como tarimas y contenedores
4. Renew- Utilizar materiales de fuentes renovables (según ASTM D 6866) o biodegradables (según ASTM D6400 o ASTM D6868)
5. Recycle- Utilizar materiales con el mayor contenido reciclado posible
6. Revenue- Conseguir estos objetivos a un costo igual o menor, considerando un enfoque a la cadena de suministros
7. Read- Educarse en sustentabilidad y en papel que los proveedores jueguen

1.3. Eliminación de residuos plásticos

Los desechos plásticos pueden ser eliminados de forma mecánica o biológica

Las rutas principales para la eliminación de residuos plásticos de forma mecánica: reciclado mecánico, la incineración (con o sin recuperación de energía) y los rellenos sanitarios.

El reciclaje es el reproceso de residuos. Actualmente hay instalaciones limitadas para el reciclaje, aunque se prevé que aumentará a medida que la legislación sobre el reciclado es más estricta. Algunas barreras para el reciclaje son: el alto volumen con relación al peso de los desechos plásticos, lo que hace costosa de recolectar, almacenar y transportar, altos niveles de contaminación, que ponen en peligro la calidad de los materiales reciclados; la amplia gama de plásticos, lo que requiere la clasificación y el precio de mercado baja para reciclados.

La incineración es un proceso de quema controlada de residuos que destruye o lo transforma en componentes menos peligrosos o voluminosos. La energía procedente de residuos en las plantas, aprovechan el calor de la combustión para producir energía, con lo que el valor calorífico de los residuos es de importancia primordial. Sin embargo las plantas de incineración generalmente no son bien recibidos por el público y están a menudo asociados con las emisiones nocivas y gases efecto invernadero

Los rellenos sanitarios de residuos ha sido el medio más común de eliminación de residuos, en gran parte debido a su bajo costo y al mismo tiempo, la abundancia de espacios. Sin embargo, la capacidad de los vertederos ha desaparecido casi por las inquietudes sobre la producción de metano (un potente gas de efecto invernadero), entre las emisiones de los sitios.

En el campo del reciclaje biológico existen dos vías para degradar un plástico: una aerobia y otra anaerobia. En este caso el envase puede degradarse por la acción enzimática de microorganismos, como bacterias, algas y hongos; los cuales transforman los polímeros en su fuente de comida y energía, dando como resultado dióxido de carbono (CO_2), biomasa y agua, y un mecanismo de dos etapas, una de hidrólisis o foto degradación, y otra, posteriormente, de biodegradación. O a un proceso abiótico, como disolución de agua y envejecimiento por luz o calor.

Algunos efectúan otra división a la forma en que se eliminan los residuos plásticos: el primer método, es el sistema de compostaje que sirve para nutrir la tierra, aquí los envases se desintegran típicamente alrededor de 12 semanas a temperaturas superiores a 50°C . El otro es la biodegradabilidad que puede llevarse a cabo en diferentes ambientes como suelos, tierras de compostaje, plantas de tratamientos de agua y ambientes marinos.

A diferencia de los plásticos compostable en los cuales se debe controlar las condiciones de temperatura, humedad y oxígeno para que se degraden, los biodegradables son capaces de descomponerse rápidamente en condiciones naturales, a través de un ambiente aeróbico y anaeróbico, por la acción enzimática de microorganismos.

Ante su impacto ambiental, los científicos e ingenieros han desarrollado plásticos biodegradables obtenidos de fuentes renovables, como las plantas y las bacterias. El almidón es una importante opción. Siendo un polímero natural, se encuentra en cereales como el maíz y los tubérculos, como la papa o la yuca. Primero, el almidón se extrae y los microorganismos lo transforman en una molécula más pequeña: el ácido láctico. Después es tratado químicamente para formar cadenas o polímeros, los que se unen entre sí, convirtiéndose en el plástico llamado PLA (poliláctido). El PLA se encuentra en el mercado desde 1990 y ha demostrado ser muy bueno en medicina, para implantes, suturas y cápsulas de remedios, debido a su capacidad de disolverse al cabo de un tiempo. Para hacer polímeros biodegradables se emplean bacterias que fabrican gránulos de los plásticos llamados polihidroxialcanoato (PHA) y polihidroxibutiratos (PHB). Las bacterias pueden crecer en cultivo y el plástico ser extraído fácilmente.

Históricamente, su producción ha sido limitada porque son más caros que los convencionales. En contraparte, tienen un menor impacto negativo sobre el medio ambiente

La biodegradación es un proceso en el cual los microorganismos, como bacterias y hongos, metabolizan sustancias y las descomponen en moléculas simples (en dióxido de carbono y agua). Para un plástico biodegradable en primer lugar, debe comenzar a fragmentarse en pequeñas piezas. La diferencia entre la degradación y biodegradación es que la biodegradación se produce por la acción de los organismos vivos, mientras que la degradación no. La biodegradación es un

proceso importante para el compostaje. Para ser un plástico compostable debe biodegradar en el plazo de 180 días para no dejar residuos visibles o tóxicos.

El proceso de biodegradación comienza cuando el plástico se encuentra en un relleno sanitario y los microorganismos, que son atraídos por el plástico, forman colonias en la superficie y comienzan a descomponerlo, la cadena del polímero cortada por los microorganismos, sufre cambios moleculares que dan como resultado bio-masa y biogás. Además, los productos biodegradables forman gases como el metanol, con el que se puede crear energía y, por lo tanto, sustituir algunas fuentes de generación de energía que deterioran al medio ambiente. El proceso toma de uno a cinco años y está certificado por laboratorios independientes con diversas acreditaciones.⁴

Entre las certificaciones se encuentra el método ASTM (American Standard of Testing and Measurement) D5511, muestra que los microorganismos son capaces de romper la estructura del polietileno y polipropileno aditivados con aditivo oxo-biodegradable

De todos los mecanismos de degradación de un plástico, los biodegradables y los compostables son los únicos que cuentan con estándares y certificados; en el caso de oxobiodegradables que reaccionan con la luz del sol y oxígeno ambiental no están certificados, y aun están en proceso de evaluación. En este caso las pruebas que se han evaluado son la demanda bioquímica de oxígeno. O se mide el peso molecular del plástico antes y después de la prueba.

⁴ J.F. Herrero, *“Aditivos que restan contaminación”*

1.4. Aditivo oxo-biodegradable utilizado en envases plásticos

Desde 2009 comenzó a extenderse mundialmente la presencia de un nuevo grupo de aditivos que sirven para que los plásticos aceleren su proceso de degradación. Esto ha generado la idea de que si dichos aditivos se emplean en los envases, se puede resolver el problema que ocasionan los desperdicios plásticos, particularmente cuando se arrojan directamente al ambiente

Los masterbatch de estos aditivos oxo-degradables se añaden a niveles relativamente bajos (por lo general 1 a 3% en peso) y del presente sólo una fracción es el ingrediente activo (compuesto de metales de transición). El nivel real de emisiones de compuestos de metales de transición añadido al producto final variará en función de las condiciones ambientales previstas y el tiempo necesario para la degradación del producto.

Actualmente, gracias a su aclamada facilidad de uso o integración al proceso, hay una creciente simpatía hacia los plásticos oxobiodegradables, que son materiales tradicionales, pero aditivados, con la intención de acelerar el tiempo natural de degradación, llevándolo de cientos a sólo unos cuantos. El interés y la demanda de los “oxo” ha crecido rápidamente y se espera que durante todo 2009 y 2010, también lo haga el consumo de este tipo de aditivos, que ha llegado a unas cuantas decenas de toneladas a nivel nacional conjuntando la participación de los diferentes proveedores. Para muchos productores la razón de la baja penetración es principalmente la falta de información al respecto.

Los plásticos oxo-degradables son productos del petróleo que tienen pequeñas concentraciones de aditivos usualmente sales metálicas (ácidos carboxílicos, metales de transición, como el hierro, níquel, cobalto y manganeso) , los cuales están en concentraciones tan bajas que es improbable que sea tóxico para el medio ambiente. Esos plásticos son usualmente denominados “degradables”, “oxo-biodegradable” u “oxo-biodegradables”

Los aditivos causan la ruptura de las largas cadenas moleculares en el material plástico (polietileno o polipropileno o poliestireno). Este proceso de degradación es causado por la acción del oxígeno y la luz ultravioleta o calor. La reacción es acelerada por los iones metálicos presentes. Esto hace que los plásticos se vuelvan frágiles y se fragmenten en pequeños trozos, que luego se distribuyen en el ambiente.

Un estudio llevado a cabo en los rellenos sanitarios de la Universidad de California ha informado de que aditivos oxo-degradables no reaccionan en condiciones anaeróbicas (biodegradación en ausencia de aire), condición para producir el gas metano. Este estudio confirma que los plásticos con aditivos oxo-degradables no emiten metano en condiciones anaeróbicas en los rellenos.⁵

Los aditivos utilizados en los plásticos oxo-degradables pueden contaminar el sistema de reciclado en calidad, ya que debilitan la calidad del producto reciclado. Este impacto puede ser por la adición de un estabilizador a los plásticos que se reciclan, pues las empresas de reciclaje desconocen qué proporción de plásticos contienen el aditivo y, por lo tanto, la cantidad de estabilizador que debe añadirse. Por lo tanto, se sugiere que los plásticos oxo-biodegradables no deben ser reciclados.

Los plásticos oxo-degradables no son compostables, de acuerdo con las normas internacionales establecidas EN13432 y ASTM 6400. Los plásticos oxo-biodegradables no deben incluirse en una composta, porque el fragmento restante después del proceso puede afectar negativamente la calidad de la composta.

Entre los productores de estos aditivos están, la firma canadiense Planet Green Bottle, ubicada en Vancouver, junto con su socio estratégico Wells Plastics del Reino Unido, desarrollaron un aditivo de marca Reverte que motiva la oxo-

⁵ Noreen T., *“Assessing the Environmental Impacts of Oxo-degradable Plastics Across Their Life Cycle”*

biodegradación del Polietilen Tereftalato (PET), EcoPure, que ha lanzado Bio-Tec, que añade el aditivo en el proceso de manufactura de alguna resina y la convierte en biodegradable.⁶

Un área de incertidumbre es el destino de fragmentos de plástico que permanecen en el suelo, después de la degradación. Estos son considerados como benéficos por los productores debido a que son reclamados para añadir el contenido de humus en el suelo. Sin embargo, hay una falta de evidencia sobre el impacto ambiental de los fragmentos de plástico oxo-degradables en el suelo. Por ejemplo, estos fragmentos podrían actuar para concentrar los residuos de plaguicidas en el suelo. Es posible que lleguen a ser ingeridos por las lombrices de la tierra, insectos, pájaros o animales. Alternativamente, pueden entrar en los cursos de agua y ser ingeridos por peces o aves. También es posible que puedan encontrar su destino en el medio marino y se convierten en alimento por los organismos marinos.

La investigación sobre el impacto toxicológico de los aditivos oxo-degradables se ha llevado a cabo por la Universidad de California y también por los fabricantes del aditivo. Se encontró que el efecto del compuesto derivado del polietileno oxo-degradables en la germinación y el crecimiento de las semillas de diversas plantas no tiene efectos adversos. Ambas pruebas se llevaron a cabo según los procedimientos estándar (ISO 11269). No se encontró evidencia de los efectos toxicológicos en animales

Se han expresado inquietudes acerca de la liberación de metales pesados de los aditivos oxo-degradables en el suelo. Los productores de aditivos responden a esto diciendo que los metales utilizados son los metales de transición (hierro, níquel, cobalto y manganeso) y son los metales no pesados. Por otra parte, están

⁶ M. Conde, *“La vida contada de las botellas PET”*

presentes en cantidades tan pequeñas que no aumentará significativamente las concentraciones de los iones metálicos ya presentes en el suelo.

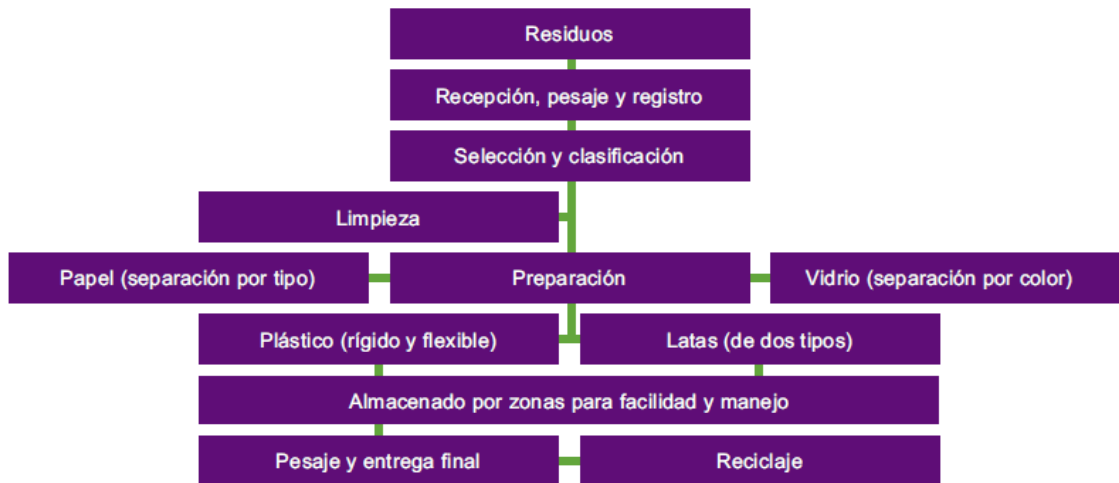
1.5. Reciclaje de envases plásticos

El incremento en el uso de envases, debido a la masificación del consumo por la falta de tiempo para cocinar, derivado de la incorporación de la mujer a la fuerza de trabajo, del mayor poder adquisitivo de la población, del aumento de los supermercados y de las técnicas para conservar alimentos y bebidas por periodos más prolongados, ha generado problemas colaterales como la disposición de los envases en la basura

El primer paso es reusar y reducir las materias primas de envases para optimizar la cantidad total de envases utilizados, por lo que es necesario aumentar la cantidad de envases reciclados por procesos mecánicos. Sin embargo, no todos pueden ser reciclados para volver a su forma original.

El reciclaje del plástico es sencillo (figura 2), ya que primero se rompen los envases en pequeñas piezas, las cuales se tratan de manera especial para separar las impurezas mediante un proceso de líquidos. A los trozos de envases primero se les sopla aire para que de esa forma se separen las primeras impurezas, después se sumergen en los líquidos de tratamiento para posteriormente someterlos a un proceso de flotación. De ahí se mezclan por medio del proceso de centrifugación, de ese proceso las pequeñas piezas se funden y el resultante se pasa por unos rodillos para generar una lámina delgada de la que pueden formarse los productos nuevos.

FIGURA 2. Esquema general del proceso previo al reciclaje de envases



Fuente: Ambiente Plástico No.33, Mayo- Junio 2009.

Es posible reciclar el 100% de los envases plásticos si sumamos el reciclado mecánico y el uso de aditivos oxo- biodegradables. De acuerdo con la EEA (European Environmental Agency), en Dinamarca, Países Bajos y Suiza, actualmente están reutilizando más del 80% de sus desperdicios.

Un sistema planteado es pedir a los consumidores que utilicen contenedores para todos los envases utilizados, así enviar estos a los centros de reciclaje, donde se dividirían en dos: una parte se reciclaría por métodos mecánicos y la parte que no se recicle se utilizará la aditivación.⁷

La cuota promedio de reciclaje en México se encuentra entre los 2-4% (Alemania llega al 16%), las fracciones varían según su valor en el mercado global de materia secundaria. La cuota estimada para el reciclaje de una lata de aluminio en todo el país está en 45%, mientras que la de las botellas de PET sólo en 7%. Este fenómeno se explica por los precios: al acopiador mexicano se le paga alrededor

⁷ G. Wright, "Hay que defender al envase de plástico"

de \$7 pesos por cada kilogramo de aluminio y entre \$0.70-\$1.70 pesos por cada kilo de PET. En la tabla 2, se observa que la mayoría de residuos sólidos, que incluyen envases plásticos, se depositan en su mayoría en tiraderos abiertos, en los cuales se emiten la mayoría de gases contaminantes del aire y suelo. Aun con las campañas de reciclaje por medios masivos, solo se ha logrado reciclar solo el 4% de la basura generada.

La falta de tiraderos sanitarios, así como los sistemas inadecuados para su manejo pueden tener efectos graves en la salud y el bienestar de la población. Estos efectos se asocian generalmente a enfermedades y en cuanto al bienestar de la población le afectan en el sentido de reducción de espacio.

**TABLA 2. Disposición final de residuos sólidos
(Miles de toneladas)**

Año	Rellenos sanitarios		Rellenos de tierra controlados		Reciclaje		Tiraderos a cielo abierto	
	Miles de toneladas	%	Miles de toneladas	%	Miles de toneladas	%	Miles de toneladas	%
1995	5952.0	20%	2555.0	8%	719.0	2%	21283.6	70%
1996	8573.0	27%	2606.0	8%	753.2	2%	20027.2	63%
1997	10270.0	35%	1657.5	6%	689.8	2%	16655.1	57%
1998	15877.1	52%	1007.5	3%	720.0	2%	12945.9	42%
1999	16428.7	53%	507.5	2%	729.4	2%	13286.4	43%
2000	14490.5	47%	2421.8	8%	724.3	2%	13096.5	43%
2001	15252.7	48%	3351.9	11%	742.1	2%	12141.9	39%
2002	15579.9	48%	3630.9	11%	780.5	2%	12182.4	38%
2003	17431.0	53%	3709.3	11%	820.5	2%	10954.8	33%
2004	18586.3	54%	3718.7	11%	895.0	3%	11402.0	33%
2005	18832.4	53%	4078.6	12%	1150.0	3%	11344.0	32%
2006	19772.1	55%	3763.5	10%	1176.0	3%	11423.4	32%
2007	20846.6	57%	3844.9	10%	1202.2	3%	10971.3	30%
2008	21822.6	58%	3545.6	9%	1346.8	4%	10880.0	29%
2009	22444.6	59%	3554.0	9%	1373.0	4%	10953.4	29%

Fuente: Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2009

La baja tasa de reciclado de plásticos en México depende de varios factores:

- a) Uso de materia virgen más barato- Debido a que no representa gastos relacionados con el reproceso de materiales post- industriales o de post-consumo
- b) Falta de información- En los diferentes niveles para realizar el acopio y la correcta separación de los residuos sólidos.
- c) Dificultades de productos finales- Es decir, la dificultad que presentan algunos productos finales para realizar procesos de remolido o fundición.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) desarrolla una serie de parámetros relacionados con el reciclaje de plásticos. Con la finalidad de guiar a los participantes de la industria del plástico, en sus diferentes niveles, a la creación de una infraestructura internacional capaz de soportar la recuperación y reciclado de productos plásticos, este código normativo será aplicado en todo el globo para lograr que dichas acciones se lleven a cabo correctamente.

A través de la norma ISO 15270: 2008, los países contarán con regulaciones que funcionen de manera global, más allá de las disposiciones locales, logrando así un trabajo conjunto con mejores resultados.

Para fomentar la ayuda a la industria del reciclado de envases en 2002 se creó parte de la industria de envases y embalajes, ECOCE - Ecología y Compromiso Empresarial A.C., una unión de 75 de los 190 refresqueros, embotelladores y envasadores mexicanos. El sello se asemeja al sello alemán del *punto verde*, aunque ni siquiera ECOCE se define como recicladora, sin embargo, se comprometió a recuperar un 36.5% de las botellas de PET – lo que representan

23,000 toneladas por año de los 63,000 que se generan sólo en el Distrito Federal.⁸

Algunas de las principales empresas recicladoras son:

- a) Norpet- Maquila de todo tipo de desperdicio industrial PET, especialmente botellas plásticas. Comercializador de PET reciclado como es la hojuela molida y lavada.
- b) Plástico Reciclado- Reciclado y comercialización de plásticos y/o materias primas plásticas tales como PET, PEAD, PP, PET, PS, PVC, PEBD.
- c) Coca-Cola con (IMER - Industria Mexicana De Reciclaje)(Estado de México) la primera planta de reciclado de plástico PET grado alimenticio en Latinoamérica.

Las instalaciones de IMER tienen una capacidad para reciclar 25 mil toneladas al año, que en otras circunstancias encontrarían destino final en los basureros del país, esto significa la recuperación de 5 mil millones de botellas de 600 mililitros.

⁸ E. Schwansee, *“Basura de PET. El mexicano y su botella de PET”*

CAPÍTULO 2. Análisis de mercado

2.1. Análisis de la industria del plástico

Durante los primeros años del siglo XX se realizaron algunos esfuerzos aislados para la obtención de estadísticas relativas a la economía nacional, entre los que destacan las cifras que en la segunda década obtuvo la entonces Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. No obstante, la falta de estadísticas que indicaran el nivel de desarrollo económico del país, originó que en la Ley de Estadística del 30 de diciembre de 1922 se ordenara por primera vez la ejecución de un censo industrial, el cual se llevó a cabo hasta 1930. En ese entonces, se detectaron 48,500 establecimientos manufactureros en todo el territorio nacional

La periodicidad del censo industrial, se hizo indispensable ante la ausencia de estadísticas continuas. Paulatinamente fue surgiendo la necesidad de censar no sólo a las industrias de la transformación, sino también a las extractivas, al comercio, a los servicios, a los transportes, a la pesca y en general a todas las actividades económicas. Por tal motivo, cada cinco años, desde 1930, han continuado levantándose los Censos Económicos Nacionales, a los que se han ido incorporando las diversas actividades económicas que se realizan en el país

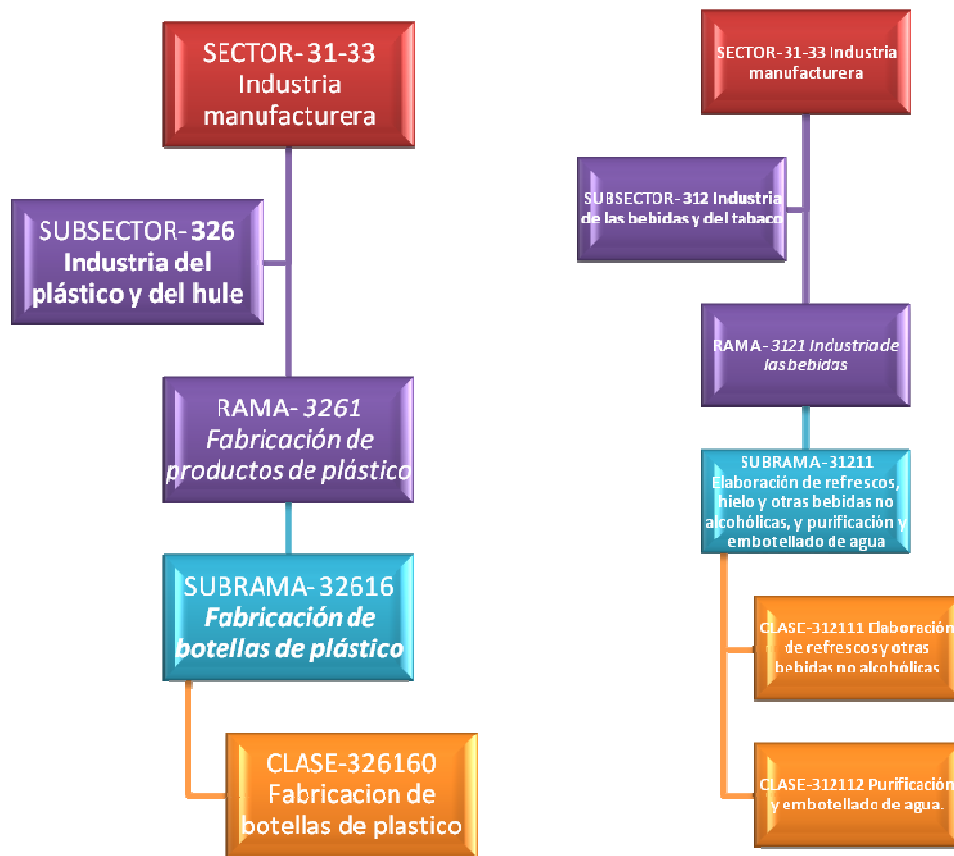
Los censos económicos tienen como metas:

- 1) Visitar a todas las unidades económicas productoras de bienes, comercializadoras de mercancías y prestadoras de servicios; incluyendo las viviendas en donde se realiza alguna actividad económica.
- 2) Obtener los resultados con oportunidad.
- 3) Ofrecer información de máxima calidad.
- 4) Coadyuvar a la formación de una cultura estadística

La clasificación de actividades económicas en México tiene una amplia tradición, siendo sus antecedentes más cercanos la Clasificación Mexicana de Actividades Económicas (CMAE), cuya primera aparición se remonta a los Censos Económicos de 1961. Este clasificador experimentó varias revisiones, dando origen a la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) 1981, la cual ha ido actualizándose con la realización de los censos económicos, hasta llegar a la actual, que constituye la quinta versión.

Un Sistema de Clasificación de Actividades Económicas debe estar estructurado de tal modo que permita la localización de cualquier actividad o grupo de actividades de manera ágil. Su organización y estructura deben responder a un principio conceptual que permita tanto su operación como su interpretación. En este sentido, la estructura está fundamentada en la organización de las actividades, de tal forma que partiendo de lo general se llega a lo particular y de lo particular a lo singular. A principios de la última década del siglo XX, México acordó trabajar conjuntamente con los representantes de generación de estadísticas de Estados Unidos y Canadá, sobre el diseño de un clasificador de actividades común para los países de la región. Este esquema fue denominado Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y su propósito es la generación y presentación de la información bajo un sistema internacional homogéneo. El problema de contaminación por envases plásticos incluye dos líneas que el SCIAN ubica (figura 3) en el sector de la industria manufacturera y se encuentra en la clase de fabricación de botellas de plásticos y el impacto de estas en la elaboración de bebidas gaseosas y de agua.

FIGURA 3. División SCIAN 2007



FUENTE: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2007

La clase 326160 Fabricación de botellas de plástico, incluye unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de botellas, botellones y frascos de plástico y la fabricación de preformas para botellas.

La clase 3121 son unidades económicas dedicadas principalmente a la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, hielo, y a la purificación y embotellado de agua natural y con sabor.

En México, el INEGI reporta (tabla 3) que la industria manufacturera representa del 17% a 18% de participación del producto interno bruto (tabla 4) a precios de mercado.

TABLA 3. Producto interno bruto total y por sector de actividad económica
(Miles de pesos a precios corrientes)

CÓDIGO	CONCEPTO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Producto interno bruto, a precios de mercado	7555803383	8561305468	9220649024	10344064612	11290499589	12151321645
	Impuestos a los productos, netos	393030117	390210475	395564401	400971123	436368098	308997504
	Valor agregado bruto a precios básicos	7162773266	8171094993	8825084623	9943093489	10854131491	11842324141
11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	285751473	301921914	298569422	330799064	366329694	393788526
21	Minería	443195160	589257014	650013350	853907001	978958142	1197580484
22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	95341361	116154925	126509541	147000733	164499800	183979851
23	Construcción	470217138	553299696	609828013	709014116	771252765	856151886
31-33	Industrias manufactureras	1345383266	1529707830	1629679202	1864044951	2004409843	2117915803
43-46	Comercio	1092779493	1261521363	1388173041	1546360587	1689131896	1868232987
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	514969353	570923845	623878336	693705976	741260022	778515518
51	Información en medios masivos	199192741	231598588	264200094	299010772	352268284	367675123
52	Servicios financieros y de seguros	193370347	222850735	292781709	322754804	385085085	416794112
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	796264184	882984592	958469361	1051038325	1122930471	1212542374
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	258878273	288329904	313669722	334959055	360175703	386605262
55	Dirección de corporativos y empresas	26462883	31037096	34186850	41810202	41982219	50797363
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	194903246	211783033	230266696	248697951	267618265	285835951
61	Servicios educativos	376383616	399764075	437233720	474946674	515292886	559437719
62	Servicios de salud y de asistencia social	223302801	240913367	257422151	280914367	309529536	335004719
71	Servicios de esparcimiento	30528532	32378171	34082956	37006724	40330453	42559742

	culturales y deportivos, y otros servicios recreativos						
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	212505644	227706813	237882425	249513174	264714494	274045882
81	Otros servicios excepto actividades del gobierno	206611209	219391912	231534632	247401830	266279336	278990884
93	Actividades del gobierno	317119802	334209484	353407065	386720613	415755968	454951525
	Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente	-120387256	-74639364	-146703663	-176513430	-203673371	-219081570

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

TABLA 4. Producto interno bruto total y por sector de actividad económica (Estructura porcentual)

Concepto	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producto interno bruto, a precios de mercado	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Impuestos a los productos, netos	5.2	4.6	4.3	3.9	3.9	2.5
Valor agregado bruto a precios básicos	94.8	95.4	95.7	96.1	96.1	97.5
11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3.8	3.5	3.2	3.2	3.2	3.2
21 Minería	5.9	6.9	7.0	8.3	8.7	9.9
22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
23 Construcción	6.2	6.5	6.6	6.9	6.8	7.0
31-33 Industrias manufactureras	17.8	17.9	17.7	18.0	17.8	17.4
43-46 Comercio	14.5	14.7	15.1	14.9	15.0	15.4
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	6.8	6.7	6.8	6.7	6.6	6.4
51 Información en medios masivos	2.6	2.7	2.9	2.9	3.1	3.0
52 Servicios financieros y de seguros	2.6	2.6	3.2	3.1	3.4	3.4
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	10.5	10.3	10.4	10.2	9.9	10.0

e intangibles							
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2
55	Dirección de corporativos y empresas	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
61	Servicios educativos	5.0	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6
62	Servicios de salud y de asistencia social	3.0	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2.8	2.7	2.6	2.4	2.3	2.3
81	Otros servicios excepto actividades del gobierno	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3
93	Actividades del gobierno	4.2	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7
	Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente	-1.6	-0.9	-1.6	-1.7	-1.8	-1.8

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

A su vez la industria de las bebidas representa 0.9% del valor agregado bruto de la economía de México y la producción de botellas de plástico un 0.5% (tabla 6), este mide el valor adicional creado por el proceso de producción, representan los precios realmente pagados y recibidos por el productor.

**TABLA 5. Valor agregado bruto en valores básicos
(Miles de pesos a precios corrientes)**

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	CONCEPTO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		TOTAL		7,162,773,266	8,171,094,993	8,825,084,623	9,943,093,489	10,854,131,491	11,842,324,141
31-33			Industrias manufactureras	1,345,383,266	1,529,707,830	1,629,679,202	1,864,044,951	2,004,409,843	2,117,915,803
	312		Industria de las bebidas y del tabaco	76,092,859	82,588,112	92,192,312	102,162,047	107,657,316	111,919,723
		3121	Industria de las bebidas	67,717,640	73,667,750	82,470,594	91,816,230	97,569,461	100,217,620
		3122	Industria del tabaco	8,375,219	8,920,362	9,721,718	10,345,817	10,087,855	11,702,103
	326		Industria del plástico y del hule	37556991	40697530	46569072	50639624	52911107	55424552
		3261	Fabricación de productos de plástico	31919560	34017031	39339708	42728589	44344784	46340317

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

**TABLA 6. Valor agregado bruto en valores básicos
(Estructura porcentual)**

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	CONCEPTO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		TOTAL		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
31-33			Industrias manufactureras	18.8	18.7	18.5	18.7	18.5	17.9
	312		Industria de las bebidas y del tabaco	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
		3121	Industria de las bebidas	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
		3122	Industria del tabaco	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	326		Industria del plástico y del hule	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		3261	Fabricación de productos de plástico	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

En la capital mexicana viven alrededor de 9 millones de personas, y cerca de 20 millones si se considera la zona metropolitana. Se estima que los ciudadanos de esta metrópoli producen 12,500 toneladas diarias de basura, lo que equivale a 1.3 kilos por habitante. Cada habitante del país consume en promedio unas 500 bebidas embotelladas por año, lo que ha abierto la posibilidad de obtener más de 200 millones de pesos por la recolección, trituración y exportación de unas 70 mil toneladas de botellas de plástico

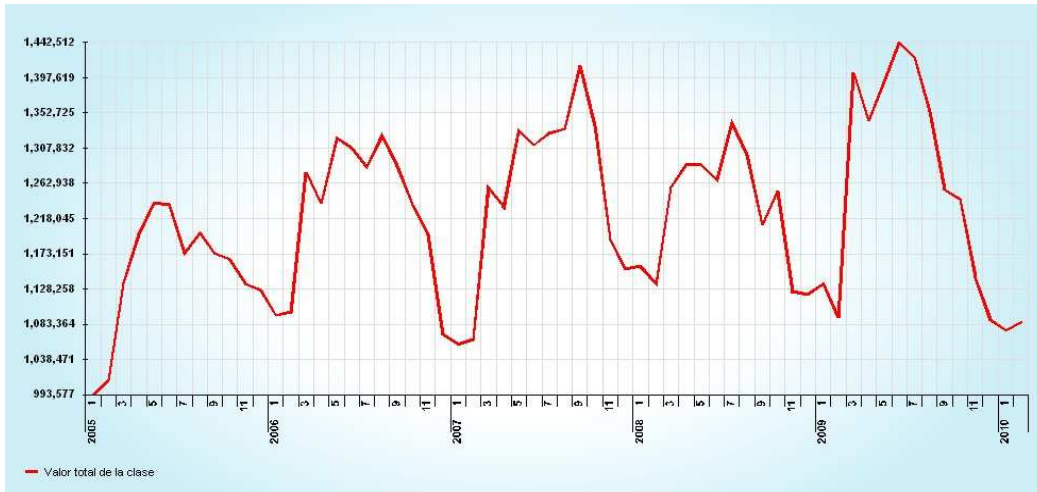
El consumo de plásticos para la aplicación de envases es la partida más grande de toda la industria del plástico, ya que representa 50% del consumo total.

En 2008 se consumieron en México 2.5 millones de toneladas de plástico para producir los diferentes tipos de envases, solo el 6% de los materiales utilizados en envases, es decir, alrededor de 150 mil toneladas, llegaron a procesos de reciclaje, a pesar de que la mayoría de los plásticos son reciclable

Para envases de PET (Polietilen Tereftalato), su mercado se encuentra maduro y evolucionando, con una tendencia hacia bebidas más naturales y livianas como aguas saborizadas sin gas y finamente gasificadas, los cuales forman parte de dicho mercado, especialmente entre los jóvenes. El consumo del PET en el país, es de más de 780 mil toneladas anuales. Los aditivos oxo- biodegradables son una alternativa o póliza de seguro en contra del 76% de todas las botellas de PET que no se reciclan cada año.

Existen estadísticas que muestran que el volumen total de envases de plástico producidos en México en el periodo de 2005 a 2010 es de 39,058,481 millones de piezas, lo que representa \$ 75,744,142.00 miles de pesos. Como lo observamos en el grafico 1, la producción de embases sigue un ciclo fijo, es decir, su volumen de producción aumenta a mediados de años debido a climas calurosos presentes en el país, lo que ocasiona incremento en la demanda de bebidas, y decrece a inicios de cada año por la acostumbrada crisis financiera que deja el fin de año y frentes fríos típicos de esta época.

GRÁFICO 1. Producción de envases en México
(Miles de pesos)



Fuente: INEGI. Censos económicos 2009

El valor en unidades monetarias de la producción se muestra en la tabla 8; la participación de la industria de bebidas es de 1.1% y de 0.7% la fabricación de envases en comparación del total de la economía en México.

TABLA 7. Producción bruta en valores básicos
(Miles de pesos a precios corrientes)

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		TOTAL	12,425,075,252	14,187,417,078	15,495,894,555	17,446,624,494	18,952,424,624	20,719,399,416
31-33		Industrias manufactureras	4,073,803,589	4,727,357,606	5,147,140,636	5,838,920,654	6,241,777,046	6,704,256,837
	312	Industria de las bebidas y del tabaco	173,230,520	188,164,053	206,613,100	227,708,799	240,521,574	250,124,604
	3121	Industria de las bebidas	160,048,291	174,111,369	191,154,577	210,789,014	223,789,940	230,105,969
	326	Industria del plástico y del hule	113,448,152	125,054,828	142,399,017	159,719,825	168,878,279	173,670,654
	3261	Fabricación de productos de plástico	96,928,817	105,142,772	120,092,553	134,238,401	141,146,284	145,103,082

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

**TABLA 8. Producción bruta en valores básicos
(Estructura porcentual)**

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	TOTAL		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
31-33		Industrias manufactureras	32.8	33.3	33.2	33.5	32.9	32.4
	312	Industria de las bebidas y del tabaco	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
	3121	Industria de las bebidas	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
	326	Industria del plástico y del hule	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
	3261	Fabricación de productos de plástico	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

Entrando específicamente en el área de la industria de envases y materiales sustitutos, desde el 2000 a 2009 el uso de envases plásticos ha aumentado su producción en un 33%, seguido del vidrio con un 15% y otros materiales como madera y metal tuvieron una contracción en su producción (tabla 9)

**TABLA 9. Producción de envases y embalajes en México
(Toneladas)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Madera	1,474,770	1,368,620	1,264,189	1,273,602	1,290,159	1,246,464	1,196,465	1,172,536	1,098,733	1,078,556
Metal	529,096	417,554	404,291	410,220	421,190	480,645	506,120	531,426	552,683	550,819
Papel y cartón	2,185,500	2,193,300	2,222,000	2,155,340	2,191,762	2,224,143	2,201,503	2,230,123	2,227,893	2,167,740
Plástico	1,103,640	1,147,785	1,182,219	1,249,605	1,283,341	1,302,591	1,348,819	1,382,540	1,435,077	1,467,107
Vidrio	2,758,042	2,811,733	2,952,320	2,863,750	2,915,298	3,063,979	3,253,946	3,423,151	3,320,457	3,180,998
Total	8,051,048	7,938,992	8,025,019	7,952,517	8,101,750	8,317,822	8,506,853	8,739,776	8,634,843	8,445,220

Fuente: AMEE (Asociación Mexicana de envases y embalaje)

Resultados de 2009 sobre la participación de plásticos, mostrados en la tabla 10, indican que son el segundo material más demandado, debido a sus excelentes características y bajo costo, pero a pesar de esto es la rama que genera mayor fuente de empleo en esta industria.

TABLA 10. Industria de envase y embalaje en México 2009

	Madera	Metal	Papel y cartón	Plástico	Vidrio	Total de la Industria
Producción Nacional	1,078,556	550,819	2,167,740	1,467,107	3,180,998	8,445,220
(Toneladas y %)	13%	7%	26%	17%	38%	100%
Valor de la Producción	34.3	1,936.30	3,202.20	2,331.70	1,510.10	9,014.60
(Millones de Dólares y %)	0.4%	21.5%	35.5%	25.9%	16.8%	100.0%
Valor de las Ventas	42.4	1,918.20	3,167.10	2,261.20	1,501.30	8,890.20
(Millones de Dólares y %)	0.5%	21.6%	35.6%	25.4%	16.9%	100.0%
Personal Ocupado	1,005	8,440	21,819	23,542	11,981	66,787.0
(No. de Personas y %)	2%	13%	33%	35%	18%	100%

Fuente: AMEE (Asociación Mexicana de envases y embalaje)

Según cifras preliminares, la industria mexicana de envase y embalaje registró en el año 2009, una producción total de 8,445,220, toneladas, lo que representa un decremento de 2.2% con respecto al año inmediato anterior.

El valor de la producción de la industria ascendió a 9,014.6 millones de dólares (mdd), lo que significa un aumento de 6.4%, con relación al año anterior.

Por lo que respecta al valor global de las ventas de envases y embalajes, durante el 2009, el incremento estimado fue de 7.3%, al reportar 8,890.2 mdd.

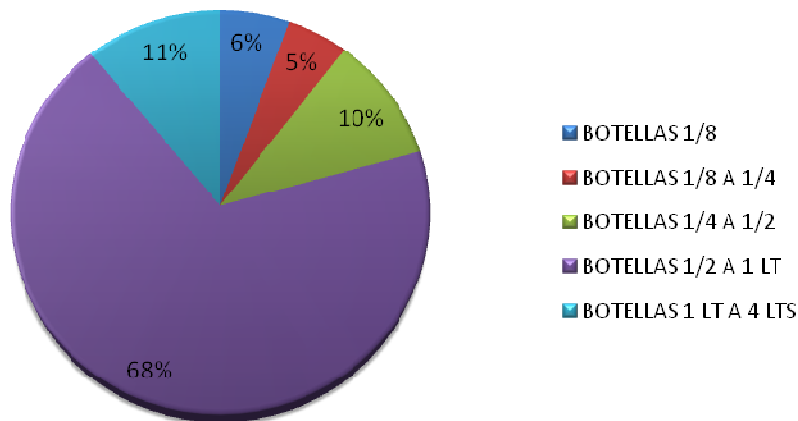
El mercado de botellas de plástico se divide en base a la presentación de las botellas que más demanda el mercado en:

- a) Menos de 1/8 lt
- b) De 1/8 a ¼ Lt
- c) De ¼ a ½ Lt
- d) De ½ a 1 Lt

e) De 1 a 4 lt

En el gráfico 2 se aprecia que la principal demanda se encuentra en presentación de ½ a 1 lt, esto debido a que son utilizados para aguas embotelladas y bebidas gaseosas más fácilmente transportables por el consumidor. En siguiente nivel tenemos presentación de 1 a 4 lts, que se debe sobre todo al consumo en familia.

GRÁFICO 2. División de envase por porcentaje de fabricación



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Actualmente la industria del plástico en México agrupa a más de 2,500 empresas transformadoras, de las cuales el 60% son micro, el 24% son pequeñas, el 12% medianas y sólo el 4% grandes. Los principales centros de producción de manufacturas plásticas se ubican principalmente en el Distrito Federal y el Estado de México, donde se concentra el 57% de las unidades productoras, le sigue en importancia Jalisco que concentra el 13% y Nuevo León el 12%. También se ubican importantes centros de producción en los estados de Baja California,

Chihuahua, Tamaulipas y Coahuila, los cuales se encuentran muy ligados a la industria maquiladora de exportación como proveedores de partes y componentes.

Entre los principales productores de botellas se encuentran:

Multi Plastic, FEMSA Empaques, Grupo Zapata, Cajaplast, Industrias Plásticas MYR, Envases Plásticos de Tamaulipas SA de CV, Abastecedora de Envases SA de CV, Plásticos Touche, Portola Packaging, Inc. Latinoamérica, Valdo, Plastilogan, Poliformas, Envases America, Kemix Plástica, Star Plastic de México, SA de CV

El 75% de los refrescos se vende al menudeo en tiendas de abarrotes, misceláneas, puestos de comida y hogares; el 22% en restaurantes, clubes, lugares de entretenimiento, hoteles, escuelas y sólo el 3%, en supermercados.⁹

En cuanto al empleo en la industria mexicana de envase y embalaje, se tiene registrado un decremento de 5.5%. Lo que significa que 66,787 personas laboraron de manera directa y alrededor de 350,000 lo hicieron de manera indirecta. En el grafico 3 observamos que entre 2008 -2009 se presentó una recesión del nivel de empleo, situación provocada por la recesión económica que inicia México con motivo de la situación ocurrida en Estados Unidos

⁹ E. Schwanssee, *“Basura de PET. El mexicano y su botella de PET”*

GRÁFICO 3. Índice de personal ocupado en industria del plástico.



Fuente: INEGI. Censos económicos 2009

Analizando el índice de empleo a unidades en la rama de industria de bebidas y de producción de envases plásticos, ambos tienen una participación de 0.5% en la economía nacional, según datos de la tabla 11 y su estructura porcentual de la tabla 12.

TABLA 11. Puestos de trabajo ocupados remunerados, dependientes de la razón social (Unidades)

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	CONCEPTO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		TOTAL		34,566,530	35,036,644	35,214,418	36,207,064	36,610,615	36,738,384
31-33		Industrias manufactureras		5,036,936	5,058,476	5,076,241	5,089,048	4,960,074	4,743,661
	312	Industria de las bebidas y del tabaco		186,301	184,107	175,569	180,038	168,921	166,995
		3121	Industria de las bebidas	175,190	173,122	165,485	170,292	160,077	159,365
	326	Industria del plástico y del hule		215,703	214,397	212,649	211,112	207,647	201,161
		3261	Fabricación de productos de plástico	180,659	178,874	179,010	177,534	174,730	168,923

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

TABLA 12. Puestos de trabajo ocupados remunerados, dependientes de la razón social (Estructura porcentual)

SECTOR	SUB SECTOR	RAMA	CONCEPTO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
		TOTAL		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
31-33			Industrias manufactureras	14.6	14.4	14.4	14.1	13.5	12.9
	312		Industria de las bebidas y del tabaco	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		3121	Industria de las bebidas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
	326		Industria del plástico y del hule	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
		3261	Fabricación de productos de plástico	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

2.2. Normatividad aplicada a la industria de plásticos

En México estamos totalmente rezagados en la lucha contra los plásticos convencionales que ocasionan un daño irreversible al medio ambiente. No existe legislación que inhiba su producción y mucho menos el fomento a la utilización de métodos alternativos como el almidón, bacterias u oxo-degradación, a pesar de que México es considerado el segundo consumidor de plástico en América Latina, con un consumo cercano a los 7 millones de toneladas al año. También somos potencia en producir botellas (100 millones), envases (3 millones) y 260 mil toneladas de bolsas de plástico. De esta inmensa producción no se recicla ni el 5 por ciento. La mayoría de los envases y embalajes están hechos de tereftalato de polietileno (PET), que en ocasiones tarda hasta cientos de años en degradarse. Otro plástico, el PVC, origina elevada contaminación al ser fabricado, y si es incinerado produce dioxinas y furanos sumamente tóxicos.

La oxidegradación empieza a ser utilizada en México, mientras tanto, seguimos dependiendo de la voluntad empresarial para cambiar los esquemas de producción no biodegradable.

De acuerdo con el Centro Empresarial de Plástico, expertos en Sistemas de Evaluación de la Conformidad, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 1 de julio de 1992, marca un parte aguas en la cultura nacional de la normalización. Antes de esta ley todas las normas oficiales mexicanas (conocidas como NOM) eran responsabilidad exclusiva de la Dirección General de Normas (la DGN) de la actual Secretaría de Economía, en cuanto a su elaboración, edición, revisión y actualización, e incluso su vigilancia. A partir de esta ley se establece un conjunto de modificaciones a la cultura de la normalización y de la evaluación de la conformidad en México, tendientes a desarrollar las actividades de normalización de una manera unificada, tanto por las dependencias o entidades de la administración pública federal, como por la iniciativa privada y todos los sectores de la sociedad afectados o interesados en la normalización.

Es así que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece dos tipos básicos de normas, vigentes al día de hoy y de aplicación para todo el país:

- 1) Normas oficiales mexicanas (NOM), de carácter obligatorio, que corresponden exclusivamente a las dependencias gubernamentales competentes en la materia que abarcan las normas, y que, de acuerdo con el artículo 40 de la ley mencionada, establecen: características, especificaciones y procedimientos para cuidar la seguridad de las personas; para evitar dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de los recursos naturales.
- 2) Normas mexicanas (NMX), de referencia, que corresponden en principio a la iniciativa privada por medio de los organismos nacionales de normalización debidamente registrados por la DGN, y que establecen para un uso común y repetido: reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de operación o aplicación.

Las normas mexicanas específicas para el sector de los plásticos se codifican en la serie NMX-E "Plásticos y sus productos", y hasta el año 2009 fueron responsabilidad de la DGN de la Secretaría de Economía. A fines de 2003 el Centro de Normalización y Certificación de Productos, A C (CNCP), obtuvo de la DGN su registro para operar como el organismo nacional de normalización encargado de las normas del sector plástico.

El catálogo de normas del CNCP contiene 253 títulos de NMX, pero al descontar aquéllas que han sido revisadas y canceladas (48 NMX a la fecha), quedan 205 normas que todavía incluyen diez proyectos de éstas, que se encuentran aún en proceso de revisión por parte de los respectivos subcomités de normalización encargados de su elaboración, antes de obtener su declaratoria de vigencia, la cual se publica en el Diario Oficial de la Federación para conocimiento de todas las partes interesadas en su aplicación, observancia y seguimiento.¹⁰

Es muy importante que los empresarios tomen conciencia de la importancia de la normalización de artículos de consumo, llámense juguetes, envases, bolsas, enseres domésticos, calzado, discos compactos, etcétera. Deben acercarse a las distintas instancias especializadas como el CNCP donde pueden conocer el procedimiento para llevar a cabo la normalización de sus productos.

Por su parte las Normas Internacionales constituyen una fuente importante del know-how tecnológico, definiendo las características que se esperan de los productos y servicios a ser colocados en los mercados de exportación, en esta línea se encuentra ubicada la ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental, su objetivo consiste en la estandarización de formas de producir y prestar de servicios que protejan al medio ambiente, aumentando la

¹⁰ J. Gómez, " Punto de acuerdo, para elaborar una NOM sobre la producción de envases, bolsas y botellas de plástico congruente con la tecnología denominada "oxodegradación"

calidad del producto y como consecuencia la competitividad del mismo ante la demanda de productos cuyos componentes y procesos de elaboración sean realizados en un contexto donde se respete al ambiente.

Entre los beneficios que tiene la empresa por estar dentro del cumplimiento de la ISO 14000 destacan:

- a) Permite a los industriales entrar más libremente y con eficacia en muchos más mercados del mundo, por el respaldo de ser una “empresa verde”.
- b) Propicia un ahorro de costos a través de la reducción de basuras y uso más eficiente de los recursos naturales tales como la electricidad, el agua y el gas.
- c) Significar una ventaja competitiva, creando más y mejores oportunidades comerciales, para las empresas que se anuncian con “sello verde”.
- d) En el consumidor provoca el sentimiento de seguridad, calidad y fiabilidad del producto.

El uso de aditivos oxo-biodegradables como medida para contrarrestar la contaminación provocada por envases plásticos es un método sencillo que ofrece grandes ventajas, como son

- a) Ofrecen beneficios ambientales
- b) Excelente relación costo-beneficio, esto se observa en que el aumento del costo del envase con el uso de aditivos en un 3%, se compensa con el aumento de ventas por la publicidad que obtiene la empresa.
- c) El proceso de producción no sufre modificaciones
- d) Los envases conservan las mismas propiedades físicas.
- e) Otorgan valor agregado a las marcas, y aumento en sus ventas por ser etiquetadas como “*empresas verdes*”.

A nivel de país se ha observado el fenómeno de captación de inversiones, ya que empresas dedicadas a generar productos verdes y energías renovables, han migrado la fabricación de los componentes que utilizan, hacia México, a empresas verdes.

CAPÍTULO 3. Producto Interno Neto Ecológico de México

3.1. Producto Interno Neto Ecológico (PINE)

La magnitud y los ritmos del agotamiento de los recursos naturales y del deterioro ambiental son tan graves que, en diversos países, se han difundido esfuerzos institucionales asociados a la construcción de mejores indicadores y modelos económico-ambientales. La pretensión es que éstos constituyan la base para la elaboración de diagnósticos y escenarios dinámicos más comprensivos e informados sobre la situación ambiental nacional y global. Igualmente, se pretende que sean de utilidad para discutir políticas públicas y alternativas de desarrollo económico que consideren, crecientemente, diferentes criterios y grados de sustentabilidad.

Los tres enfoques principales para elaborar tales indicadores y modelos son los siguientes:¹¹

- 1) Construir un sistema integrado de cuentas económicas y ecológicas nacionales que permitan estimar el producto interno neto ecológico (PINE), mediante la deducción de los gastos efectuados por diferentes agentes en protección ecológica y en prevención y restauración ambiental (gastos defensivos o GD) con respecto del producto interno bruto (PIB),
- 2) Construir un sistema de matrices económico-ambientales que complementen el ajuste ambiental del enfoque anterior o que, en forma sectorial informen acerca del carácter depredatorio o sustentable de ciertas actividades económicas
- 3) Construir un sistema de indicadores ambientales y de cuentas patrimoniales nacionales que informen, en hojas de balance físico y/o monetario, sobre

¹¹ Metodología utilizada por Instituto Nacional de Estadística y Geografía

los acervos de recursos naturales existentes tanto como sobre los flujos y ritmos de su uso, agotamiento y deterioro

Después de la gran depresión, los gobiernos se dieron cuenta de que los avances en la prosperidad económica del siglo XX, requerían de herramientas de medición actualizadas del siglo XX. El Producto Interno Bruto (PIB), uno de los indicadores económicos más utilizados, fue inventado por el laureado Nobel, Simón Kuznets en respuesta a esas inquietudes. Los gobiernos nacionales necesitan, específicamente, una herramienta amplia pero concisa para medir y comparar la producción económica nacional. El PIB fue creado para cumplir con estos requerimientos. De este se desprende la creación del Producto Interno Bruto Ecológico.

Se plantearon dos métodos para resolver los problemas de cómo dar valor a la degradación ambiental y como se incluye esta medición a la contabilidad: Los métodos basados en costos y los métodos basados en daños. Los primeros estiman el costo de evitar la degradación y los segundos estiman el costo de los daños sobre el capital natural.

- 1) Métodos basados en costos para evaluar la degradación ambiental. Está enfocada a estimar, cuánto costaría evitar la generación de desechos o residuos por medio del cambio en los patrones de producción y consumo, de este se derivan dos :
 - a. Técnica de asignar costos al mantenimiento- Explica cuál sería el valor del Producto Interno Neto para el mismo nivel de actividad existente si todos los costos de la degradación ambiental hubieran sido incorporados dentro de los precios del mercado. Los resultados obtenidos son llamados “ajustados ambientalmente”.
 - b. Modelos de economía ecológica (Greened economy modelling)- Intentan resolver los problemas surgidos por la aproximación hecha

por el método de “costos de mantenimiento” con respecto a los casos no marginales de cambios en los estándares ambientales. Este método trata de explicar el nivel del Producto Interno Bruto si los productores y consumidores enfrentaran un diferente conjunto de precios relativos en la economía debidos a la existencia de precios para funciones ambientales

- 2) Métodos basados en daños para valuar la degradación ambiental: Están orientados a estimar el daño causado por la generación de residuos. Considerando que en la medida en que la contaminación reduce la productividad de los activos, esto debería ser tomado en cuenta en la medición del consumo de capital fijo y en la disminución de los recursos naturales. Intenta ver el efecto, a nivel del Producto Interno Neto, de los impactos ambientales sobre el capital hecho por el hombre, el capital natural y la salud humana

Buscando la implementación de un indicador capaz de medir el daño al ambiente, surge El Producto Interno Neto Ecológico (PINE), que es un indicador que permite identificar el impacto que tiene en el Producto Interno Bruto (PIB) el agotamiento y deterioro de los recursos medioambientales causados por las actividades de producción, distribución y consumo en la economía; también es conocido como “el PIB verde”. Esta herramienta permite tener una cuantificación monetaria del costo de contaminar.

El Producto Interno Neto Ecológico se obtiene al deducir del Producto Interno Bruto total el consumo de capital fijo y los costos imputados por los usos ambientales. Estos últimos comprenden tanto los originados por el agotamiento de los recursos naturales como los relativos a la degradación ambiental; constituyéndose en un indicador más representativo del progreso, que se integra con una perspectiva de desarrollo sustentable al tomar en consideración los

recursos naturales y el medio ambiente. Los resultados son expresados en cantidades físicas y en unidades monetarias en millones de pesos corrientes

El INEGI ha desarrollado diferentes series estadísticas que incluyen información sobre variables relacionadas con el medio ambiente, como son: producto interno bruto ecológico (PIBE) y producto interno neto ecológico (PINE); los cuales son valores relativos al agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente, agrupados por actividad económica; un esquema ampliado con los balances de los activos y ajustes por agotamiento del petróleo, agua subterránea, uso del suelo, deforestación, degradación, gastos de protección del medio ambiente; y una comparación por sectores entre el costo imputado de la degradación ambiental, el costo por el agotamiento de los recursos naturales y las erogaciones monetarias a favor de la protección ambiental.

Conviene destacar que el PINE, si bien se determina a partir del PIB del país, constituye un indicador más comprensivo del progreso económico, que se integra con una perspectiva de desarrollo sustentable al tomar en consideración los recursos naturales y el medio ambiente

A raíz de este indicador se han tratado de implementar políticas económicas para combatir la contaminación, estas se pueden agrupar en dos grandes categorías:

1. Mecanismos de intervención directa del estado, por ejemplo: Normas de calidad ambiental, normas de emisiones, de tecnología y de productos (techo legal sobre la cantidad total de contaminantes que pueden ser descargados en el medio ambiente por unidad de bien producido por una industria) y el establecimiento de permisos y licencias
2. Instrumentos económicos de mercado, por ejemplo: Cargos por emisión, impuestos diferenciados, subsidios a la inversión en tecnologías anticontaminantes

3.2. Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM)

La actividad económica de cualquier país se mide a través de sus cuentas nacionales. En México el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) elabora una publicación denominada Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM). En éstas se esquematiza la información referente a aspectos macroeconómicos, tales como la producción, el consumo, el ahorro, la inversión, las transacciones financieras y las relaciones económicas con el exterior. De todas las cuentas, el producto interno bruto (PIB), es sin lugar a dudas la estimación más popular del sistema

Es sabido que el Sistema Nacional de cuentas Nacionales (SCN) es una herramienta sumamente útil para el análisis económico, el diseño de política económica y para la gestión de corto plazo de la demanda agregada. Ya se trate del conjunto de cuentas corrientes de cada uno de los agentes económicos, de las cuentas por grandes divisiones o ramas de actividad y de las cuentas consolidadas de la nación, en él se registra el nivel y ritmo del producto, del gasto, del ingreso, de la formación bruta y neta de capital fijo, así como de las transacciones realizadas con el exterior

En la actualidad el sistema está construido alrededor de una secuencia de cuentas de flujos relacionadas entre ellas y con diferentes tipos de actividad económica, complementadas con balances que registran el valor de los activos y pasivos de apertura y cierre del periodo, que se encuentran en poder de sectores “institucionales” residentes en la economía, que se excluyen mutuamente. El sistema reconoce dos clases principales de unidades institucionales: los hogares y las entidades jurídicas, por lo que finalmente, los principales sectores se resumen así: Sociedades no financieras, sociedades financieras, gobierno general, hogares e instituciones privadas sin fines de lucro que sirven a los hogares.

Las cuentas se elaboran siempre para sucesivos periodos, que pueden abarcar a un año calendario o los trimestres de cada año, a manera de proporcionar un flujo continuo de información, pues ello resulta indispensable para dar seguimiento al análisis y evaluación de los resultados que va obteniendo la economía.

El Sistema de Cuentas Nacionales contiene orientaciones concretas sobre metodologías para elaborar índices de precios y de volumen para los flujos de bienes y servicios que provienen de las cuentas de producción y se emplean en los cuadros de oferta y utilización, los que proporcionan un sólido marco contable que permite utilizar sistemáticamente el método de la corriente de mercancías para elaborar las cuentas nacionales a precios constantes. La tasa de inflación y el crecimiento económico son variables sumamente importantes para evaluar el pasado y establecer objetivos futuros, constituyéndose en elementos esenciales del sistema, sobre todo cuando la inflación se torna endémica. Por otra parte, en el propio sistema ya se reconoce que el crecimiento en volumen del PIB y el ingreso real de una economía no coinciden, debido a las ganancias o pérdidas que se derivan de las variaciones en los términos de intercambio con otras naciones, hecho que fue largamente debatido en el pasado. En cuentas especiales denominadas satélite, que se usan para no sobrecargar con detalles al marco central de cuentas, se pueden medir actividades especiales, que pueden irse cambiando según las necesidades del caso, ya que el interés puede pasar de la extracción y exportación de petróleo crudo a las actividades turísticas o al sector agropecuario

Tomándose en consideración la base estadística disponible y los requerimientos de los principales usuarios, hace algunos años quedó definido el codificador de actividades del SCNM en 73 ramas de actividad, mientras que una rama complementaria registra los datos de los cargos por servicios bancarios imputados, que permanecerá vigente para facilitar los trabajos históricos que se realicen

Debemos reconocer que, desde una perspectiva ecológica, las limitaciones principales del núcleo del SCN y la necesidad de contar con indicadores y modelos de sustentabilidad constituyen los principales argumentos para construir un sistema integral de cuentas ambientales. Desde esa perspectiva, el SCN tiene las siguientes 5 limitaciones básicas:

- 1) Registra la extracción y venta de los recursos naturales, así como los gastos en conservación y restauración exclusivamente como ingreso.
- 2) No registra el agotamiento de los ecosistemas ni de los recursos naturales.
- 3) No registra el deterioro de los servicios ambientales.
- 4) No registra las externalidades.
- 5) Debido a todo lo anterior, no registra el carácter sustentable o no de la dinámica económica

La popularidad de este indicador radica, entre otras cosas, a que se encuentra relacionado con un sinnúmero de variables económicas y sociales, entre las que destaca el bienestar de la población.

Como se ha tratado, el desgaste ambiental es un aspecto que produce costos, con el fin considerar estos, en México se estima un PINE ajustado ambientalmente y se publica de manera anual en el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM). Este PINE ecológico se obtiene, restando del PIN los costos imputados por los usos ambientales, donde estos últimos incluyen aquéllos causados por el agotamiento de los recursos naturales y por la degradación ambiental. INEGI reporta que el desgaste al medio ambiente equivale al 10% del PIB.

3.3. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM)

El Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) es una cuenta satélite derivada del sistema de contabilidad central del país, y por tanto dicha cuenta es permeada tanto por la riqueza metodológica y conceptual de este último, El Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México permite identificar las actividades económicas generadoras de los impactos negativos al medio ambiente, así como aquellas que se ven beneficiadas por los esfuerzos ejecutados por los diferentes sectores para la disminución de dicho daño. De esta forma, posibilita contar con una visión más completa del quehacer económico-ambiental.

La elaboración del SCEEM se hace en colaboración con:

- a) El Instituto, que proporciona datos para satisfacer múltiples requerimientos tanto en los aspectos de índole ambiental como económica
- b) La Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGyMA), donde se aprovecha la cartografía temática
- c) La Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas (DGES), que proporciona las cifras conciliadas de población y diversas encuestas sobre hogares.
- d) La Dirección General de Estadísticas Económicas (DGEE), suministra la información de los Censos Económicos
- e) La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual ha proporcionado información y asesoría, así como las publicaciones Informe de la Situación del Medio Ambiente, y el Compendio de Estadísticas Ambientales 2008
- f) El Instituto Nacional de Ecología (INE)
- g) La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

- h) La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- i) La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
- j) Petróleos Mexicanos (PEMEX)

Mediante la degradación de botellas de plástico, se busca modificar las estadísticas presentadas por el SCEEM, para el periodo de 2003-2008 (tabla 13). En los cuales respecto a la contaminación del suelo por basura, se observó que el nivel de su emisión alcanzó una tasa anual de crecimiento promedio de 2.1% para dicho periodo, con una generación per cápita de 373 kilogramos anuales promedio. Esta cifra se encuentra por debajo de la generación media de países de la OCDE, la cual se ubica en 560 kg por habitante. Con ello México se sitúa como uno de los cinco países de dicha organización que generan menor contaminación de este tipo, por debajo de países como Reino Unido, Japón, Alemania, y Estados Unidos, entre otros. Lo anterior como resultado de las acciones efectuadas por la sociedad, encaminadas a revertir el daño ambiental y que se ven reflejados en un aumento de los gastos para la protección del ambiente de nuestro país.

TABLA 13. Balances y flujos físicos de los recursos naturales, 2003-2008

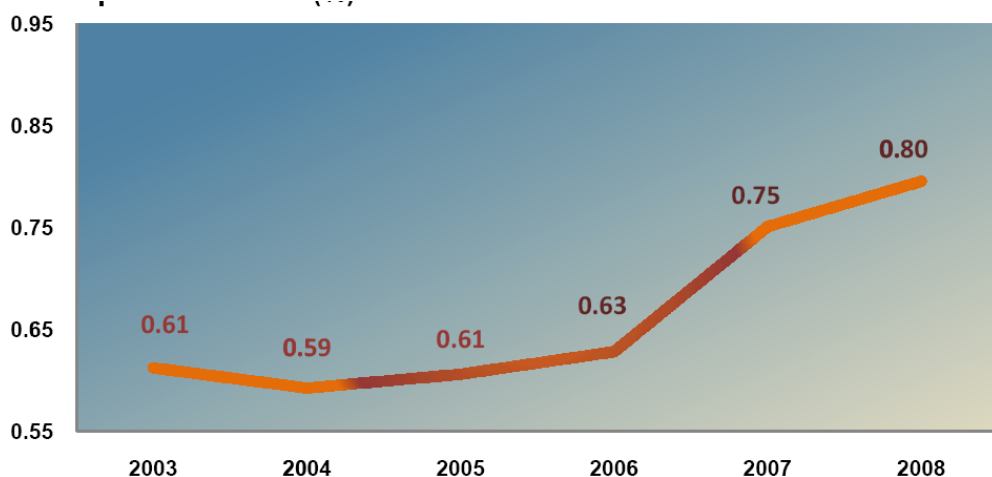
Recursos	Unidad de Medida	2003	2008	TMCA	Observaciones
Forestal (Existencia de bosques)	miles de m ³ de madera en pie	2 385 462	2 295 502	(0.77)	Balance Apertura +/- Cambios = Balance de Cierre
Hidrocarburos (Reservas totales)	millones de barriles	48 041	43 564	(1.94)	Ídem
Agua (Sobreexplotación)	millones de m ³	5 704	5 515	(0.67)	Flujo
Contaminación de aire (Emisiones primarias)	toneladas	18 870 861	19 865 082	1.03	Flujo de emisiones contaminantes
Contaminación del suelo por residuos Sólidos municipales	toneladas	36 921 742	40 903 931	2.07	Ídem
Contaminación del agua (Descargas de agua residual)	millones de m ³	12 259	18 644	8.75	Ídem
Degradación del suelo (Superficie afectada)	hectáreas	73 512 528	75 134 215	0.44	Flujo

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

Internacionalmente, es posible comparar los gastos ambientales del sector público, cuya proporción respecto al PIB es de 0.8%, cifra superior a la de países como Bulgaria, Polonia y Noruega, pero aún sin llegar a los niveles de Holanda y Dinamarca.

En el gráfico 4, se presenta el gasto en protección ambiental como proporción del Producto Interno Bruto en México.

GRÁFICO 4. Gastos de protección ambiental como porción del PIB a precios básicos (Porcentaje)



Fuente: Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

En la tabla 14 observamos el resumen del reporte de Producto Interno Neto Ecológico en el estudio de 2003-2008 y en la tabla 15 su estructura porcentual.

TABLA 14. Total del país producción y Producto Interno Neto Ecológico a precios corrientes (Miles de pesos)

DENOMINACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producción Bruta, a precios básicos	12425075252	14187417078	15495 894 555	17 446 624 494	18 952 424 624	20 719 399 416
Consumo Intermedio, a precios de comprador	5,262,301,986	6,016,322,085	6,670,809,932	7,503,531,005	8,098,293,133	8,877,075,275
Producto Interno Bruto, a precios básicos	7,162,773,266	8,171,094,993	8,825,084,623	9 943 093 489	10 854 131 491	11 842 324 141
Impuestos a los productos, netos	393,030,117	390,210,475	395,564,401	400,971,123	436,368,098	309,038,568
Producto Interno Bruto, a precios de mercado	7 555803383	8 561305468	9 220649024	10344064 612	11 290 499 589	12 151 362 709
Consumo de Capital Fijo	683,353,628	759,182,987	804,314,469	883,697,093	972,736,379	1,095,937,721
Producto Interno Neto, a precios de mercado	6 872449755	7 802122481	8 416334555	9 460367519	10317763 210	11 055 424 988
Costos Totales por Agotamiento y degradación Ambiental	715,823,940	756,559,209	699,237,958	864,974,970	975,039,576	960,513,402
Costos por Agotamiento	155,385,510	188,399,736	127,367,082	263,386,880	342,033,894	191,151,578

Costos por Degradación	560,438,430	568,159,473	571,870,876	601,588,090	633,005,682	769,361,824
Producto Interno Neto Ecológico	6 156625815	7 045563272	7 717096597	8 595392549	9 342723634	10094911 586

Fuente: Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

TABLA 15. Total del país producción y Producto Interno Neto Ecológico a precios corrientes (Estructura porcentual)

DENOMINACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producción Bruta, a precios básicos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Consumo Intermedio, a precios de comprador	42.4	42.4	43.0	43.0	42.7	42.8
Producto Interno Bruto, a precios básicos	57.6	57.6	57.0	57.0	57.3	57.2
Impuestos a los productos, netos	3.2	2.8	2.6	2.3	2.3	1.5
Producto Interno Bruto, a precios de mercado	60.8	60.3	59.5	59.3	59.6	
Consumo de Capital Fijo	5.5	5.4	5.2	5.1	5.1	5.3
Producto Interno Neto, a precios de mercado	55.3	55.0	54.3	54.2	54.4	53.4
Costos Totales por Agotamiento y degradación Ambiental	5.8	5.3	4.5	5.0	5.1	4.6
Costos por Agotamiento	1.3	1.3	0.8	1.5	1.8	0.9
Costos por Degradación	4.5	4.0	3.7	3.4	3.3	3.7
Producto Interno Neto Ecológico	49.6	49.7	49.8	49.3	49.3	48.7

Fuente: Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

3.4. Metodología de cálculo¹²

Para el cálculo de variables económicas se parte de las identidades básicas de la contabilidad macroeconómica, y se introducen de manera sucesiva los elementos y las partidas correspondientes a la cobertura de los activos, lo cual implica la expansión de la frontera de los mismos para incluir a los recursos naturales y el ambiente

Los métodos de valoración aplicados para calcular los costos del agotamiento de los recursos naturales y la degradación ambiental, es decir, cálculo del PINE se describe mediante el empleo de dos métodos: de la producción y de los componentes del gasto.

En la contabilidad económica, se pueden presentar en forma sintética la producción, el consumo y la acumulación mediante las identidades básicas que se describen a continuación. La primera de ellas relaciona la oferta total con la utilización total de bienes y servicios de la economía:

$$P + M = CI + C + I + X \quad (1)$$

Es decir: Oferta = Utilización

Donde:

P = Producción bruta total

M = Importaciones

CI = Consumo intermedio

C = Consumo final

I = Formación bruta de capital bruta o inversión

¹² Metodología utilizada por Instituto Nacional de Estadística y Geografía

X = Exportaciones

Una segunda identidad expresa el PIB, que es igual a la diferencia entre la producción y el consumo de bienes y servicios utilizados en el proceso productivo:

$$\text{PIB} = P - CI \quad (2)$$

Al sustituir ambas ecuaciones y despejando P se obtiene la relación entre el PIB con los gastos de consumo final de las familias y del gobierno, la inversión, las ventas al exterior y las importaciones, cuya expresión es:

$$\text{PIB} = C + I + (X - M) \quad (3)$$

A esta ecuación se le realiza una modificación de los activos que sufren desgaste a consecuencia de su uso (afecta en la contabilidad empresarial), estos se identificada como Formación Bruta de Capital (FBK) y el Consumo de Capital Fijo (CCF).

Los elementos anteriores permiten explicar el balance de los activos económicos que se expresa en la siguiente ecuación:

$$K_{ept+1} = K_{ept} + I_t - \delta K_{ept} + R_{kept} \quad (4)$$

Donde:

K_{ept+1} = Acervo de capital al final del periodo t

K_{ept} = Acervo de capital al inicio del periodo t

I_t = Formación bruta de capital del periodo t

δK_{ept} = Tasa de depreciación

R_{kept} = Revaluación de los activos económicos producidos

De esta ecuación se desprenden dos conceptos, el de formación bruta de capital o inversión:

- 1) Inversión bruta (I_t).- Es el total de bienes de capital que se agregan a la economía en un periodo determinado.
- 2) Inversión neta (In).- Corresponde al cambio en el acervo de capital y es igual a la inversión bruta menos la depreciación:

$$In_t = I_t - \delta K_{ept} \quad (5)$$

Hay dos conceptos del producto:

- 1) Producto Interno Bruto- Corresponde a la suma de los valores monetarios de los bienes y servicios producidos durante un periodo determinado
- 2) Producto Interno Neto (PIN), es el PIB menos el Consumo de Capital Fijo:

$$PIN = PIB - \delta K_{ept} \quad (6)$$

El PIN también se puede expresar como

$$PIN = PIB - \delta K_{ept} = C + In + (X - M) \quad (7)$$

Este además de constituir un importante indicador macroeconómico del esfuerzo que se realiza en la economía, tomando en cuenta el desgaste de sus activos fijos, es la variable sobre la cual se realizan los ajustes derivados de los cambios en los recursos naturales y el medio ambiente, para obtener el PINE

Análogamente a como se obtiene el PIB por el método de la producción y del gasto, es posible determinar el PINE de ambas formas

En el primer método, a partir del PIN, y tomando en cuenta el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente, el PINE se determina:

$$\text{PINE} = \text{PIN} - (\text{Cag} + \text{Cdg}) \quad (8)$$

Donde:

Cag = Costos por agotamiento de los recursos naturales

Cdg = Costos por degradación del medio ambiente

Los costos por agotamiento son los cálculos monetarios que expresan el desgaste o pérdida de los recursos naturales (equivalentes a una depreciación), como consecuencia de su utilización en el proceso productivo.

Los costos por degradación son las estimaciones monetarias requeridas para restaurar el deterioro del ambiente ocasionado por las actividades económicas (pesos requeridos para evitar y/o disminuir su contaminación).

En el segundo método, el PINE se obtiene con base en las variables del gasto, tomando en cuenta la acumulación neta de los activos económicos producidos y no producidos, así como la relativa a los activos ambientales. La identidad correspondiente es:

$$\text{PINE} = C + (A_{\text{Ket}} + A_{\text{Kanpt}}) + (X + M) \quad (9)$$

Donde (A_{Ket}) es la acumulación neta de activos económicos, que agrupa los

activos producidos y las modificaciones que registran los activos económicos no producidos. Y (AKanpt) es la acumulación neta referida a los activos ambientales y corresponde a los recursos naturales que, aún cuando no forman parte del proceso productivo, se ven afectados por el mismo.

CAPÍTULO 4. Impacto económico y ecológico de los costos producidos por la contaminación de botellas de plástico en el PINE

4.1. Efecto de la degradación de los envases plásticos reflejado en el PINE con y sin aditivos oxo-biodegradables.

El presente capítulo tratará sobre el cálculo del Producto Interno Neto Ecológico (PINE), tomando en cuenta datos emitidos por el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM), Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) y Asociación Mexicana de envases y embalaje (AMEE)

Se utiliza el PINE ajustado mediante el método de la producción, el cual incluye los efectos correspondientes al agotamiento de los hidrocarburos, el agua subterránea y la deforestación, que constituyen los impactos cuantitativos en los recursos; además de reflejar el deterioro y degradación del aire, agua y suelo.

Para tal cálculo se utilizó la metodología que incluye el Producto Interno Neto (PIN), afectado por el de agotamiento de los recursos naturales (Cag) y el deterioro del medio ambiente (Cdg). Para tal efecto la relación es:

$$PINE = PIN - Cag - Cdg$$

Donde

PINE- Producto Interno Neto Ecológico

Cag- Costo de agotamiento

Cdg- Costo de degradación

Los costos de agotamiento (Cag) son estimaciones monetarias que expresan el desgaste o pérdida de los recursos naturales por su utilización en el proceso productivo, es decir es el stock de capital ambiental que se pierde. Los costos de

degradación (Cdg) expresan el deterioro del ambiente ocasionado por las actividades económicas, por lo cual considera los costos de reposición del mismo.

Los envases plásticos afectan principalmente el suelo, debido a que lo alteran en su calidad, por lo cual los costos en que se incurren son de degradación, y se contabilizan los gastos para remediar el daño hecho. No se consideran gastos de agotamiento, ya que el stock físico del suelo no es afectado, como lo sería si se tratara de petróleo o aéreas forestales.

Para obtener el PINE se necesita el Producto Interno Neto (PIN) de la industria, el cual se calcula descontando los gastos por depreciación o el consumo de capital fijo del Producto Interno Bruto (PIB)

$$PIN = PIB - CCF$$

Donde

PIB- Producto Interno Bruto

CCF- Consumo de Capital Fijo

El PINE, se determina a partir del PIB del país, porque este constituye un indicador más comprensivo del progreso económico, que se integra con una perspectiva de desarrollo sustentable al tomar en consideración los recursos naturales y el medio ambiente.

El Consumo de Cápita Fijo (CCF) es la depreciación experimentada durante el periodo contable por el valor corriente del *stock* de activos fijos que posee y utiliza un productor, como consecuencia del deterioro físico, de la obsolescencia normal o de daños accidentales normales. Este concepto se basa en la vida económica

prevista para cada bien y tiene por objeto cubrir la pérdida de su valor por antigüedad debido al uso o desgaste normal.

Este trabajo se enfoca a determinar el PINE de la industria que afecta la producción de envases de plástico, las cuales son en base a la división del SCIAN, la 3121 Industria de bebidas y 3261 Fabricación de botellas plásticas. De la cual se tiene en la tabla 16 el valor agregado a precios básicos.

TABLA 16. Valor agregado bruto a precios básicos división de envases plásticos (Miles de pesos)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL	7,162,773,266	8,171,094,993	8,825,084,623	9,943,093,489	10,854,131,491	11,842,324,141
31-33 Industria manufacturera	1,345,383,266	1,529,707,830	1,629,679,202	1,864,044,951	2,004,409,843	2,117,915,803
3121 industria de las bebidas	67,717,640	73,667,750	82,470,594	91,816,230	97,569,461	100,217,620
3261 Fabricación de productos plásticos	31,919,560	34,017,031	39,339,708	42,728,589	44,344,784	46,340,317

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. "Cuenta de Bienes y Servicios" 2003-2008

A nivel nacional estadísticas del SCEEM muestran una proporción (tabla 17) entre PIB y los costos de capital fijo de 0.1 y 0.09.

TABLA 17. Proporción entre Producto Interno Bruto y Consumo de Capital Fijo Nacional (Miles de pesos)

DENOMINACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producto Interno Bruto, a precios básicos	7,162,773,266	8,171,094,993	8,825,084,623	9,943,093,489	10,854,131,491	11,842,324,141
Consumo de Capital Fijo	683,353,628	759,182,987	804,314,469	883,697,093	972,736,379	1,095,937,721
Proporción PIB- CCF	0.095	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

Fuente: INEGI. Sistemas de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

La misma relación es aplicable a las industrias afectadas por la producción de envases, debido a que se cuenta con valores de Producto Interno Bruto Nacional y para cada rama. Así el Consumo de Capital Fijo de la tabla 18 se calcula:

$$CCF_{RAMA} = PIB_{RAMA} * Proporción$$

$$CCF_{RAMA} = [(1,345,383,266)_{IND MANUFACTURERA} (0.095)] \text{miles de pesos}$$

$$CCF_{RAMA} = 128,354,270.30 \text{miles de pesos}$$

TABLA 18. Consumo de capital fijo por división (Miles de pesos)

DENOMINACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
31-33 Industria manufacturera	128,354,270.30	142,126,380.93	148,528,271.17	165,667,868.48	179,633,199.98	196,000,699.76
3121 industria de las bebidas	6,460,499.76	6,844,529.72	7,516,334.95	8,160,210.46	8,744,077.25	9,274,553.61
3261 Fabricación de productos plásticos	3,045,237.69	3,160,549.62	3,585,404.30	3,797,523.37	3,974,135.07	4,288,524.85

FUENTE: Elaboración Propia

Teniendo datos específicos de PIB y Consumo de capital fijo de las ramas afectadas, se aplico la ecuación donde $PIN = PIB - CCF$, obteniendo el Producto Interno Neto de la industria de envases plásticos en la tabla 19.

$$PIN_{RAMA} = PIB_{RAMA} - CCF_{RAMA}$$

$$PIN_{RAMA} = (1,345,383,266 - 128,354,270.30) \text{ miles de pesos}$$

$$PIN_{RAMA} = 1,217,028,995.70 \text{ miles de pesos}$$

TABLA 19. Producto Interno Neto por división
(Miles de pesos)

DENOMINACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
31-33 Industria manufacturera	1,217,028,995.70	1,387,581,449.07	1,481,150,930.83	1,698,377,082.52	1,824,776,643.02	1,921,915,103.24
3121 industria de las bebidas	61,257,140.24	66,823,220.28	74,954,259.05	83,656,019.54	88,825,383.75	90,943,066.39
3261 Fabricación de productos plásticos	28,874,322.31	30,856,481.38	35,754,303.70	38,931,065.63	40,370,648.93	42,051,792.15
Industria 3121 y 3261 Afectada por producción de envases plásticos	90,131,462.55	97,679,701.66	110,708,562.75	122,587,085.17	129,196,032.68	132,994,858.54

FUENTE: Elaboración Propia

En esta tabla, se observan los resultados obtenidos y se agrupa la industria de bebidas y la fabricación de productos plásticos, debido a que los costos de degradación reportados por el SCEEM no presentan división por rama.

El SCEEM reporta la afectación de degradación del suelo en dos divisiones: degradación de suelo y residuos sólidos (tabla 20). En residuos sólidos se ubican aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control. Aquí entran gastos de manejo de los mismos. En cambio, la degradación de suelo incluye degradación física, y el costo generado, es debido a la remediación del recurso dependiendo del tipo de daño.

**TABLA 20. Costos de degradación
(Miles de pesos)**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Degradación suelo	73,512,528	72,544,892	73,598,974	73,436,188	74,633,966	75,134,215
Residuos sólidos	36,921,742	37,878,876	38,487,646	39,239,005	40,028,511	40,903,931
Cdg Total de la basura	110,434,270	110,423,768	112,086,620	112,675,193	114,662,477	116,038,146
Industria 3121 y 3261. Afectada por producción de envases plásticos	1,536,187.32	1,455,246.73	1,547,101.88	1,524,662.67	1,499,174.66	1,436,061.97

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2008

Como último paso, tenemos la ecuación:

$$PINE_{IND\ ENVASES} = PIN_{IND\ ENVASES} - Cdg_{IND\ ENVASES}$$

Y tomando las consideraciones antes mencionadas, se calculó el Producto Interno Ecológico ajustado de la industria de botellas de plástico en el periodo de 2003 a 2008, los resultados se muestran en la tabla 21 y se calcularon:

$$PINE_{IND\ ENVASES} = (90,131,462.55 - 1,536,187.32) \text{ miles de pesos}$$

$$PINE_{IND\ ENVASES} = 88,595,275.23 \text{ miles de pesos}$$

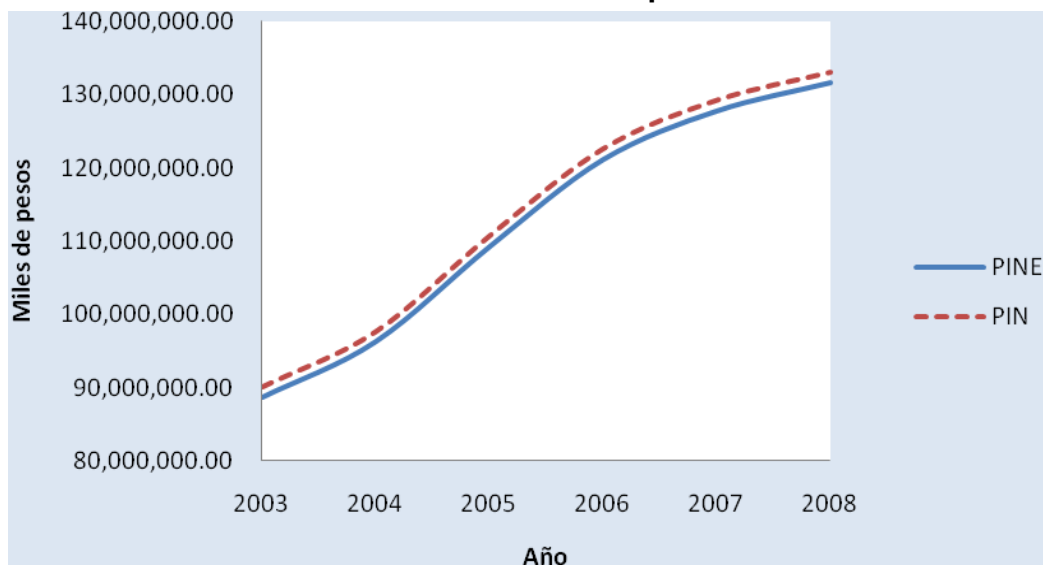
TABLA 21. Producto Interno Neto Ecológico de la industria de envases plásticos (Miles de pesos)

AÑO	PINE
2003	88,595,275.23
2004	96,224,454.93
2005	109,161,460.9
2006	121,062,422.5
2007	127,696,858
2008	131,558,796.6

FUENTE: Elaboración Propia

Graficando el PINE y el PIN de la industria de envases de plásticos (gráfico 5), se observa que hay una brecha que los divide, los cuales son los costos de degradación. A medida que aumente el PIN la brecha se hará más grande, debido a que existirá un mayor desarrollo económico, lo que implicaría mayores costos de degradación ambiental.

GRÁFICO 5. Producto Interno Neto Ecológico contra Producto Interno Neto de la industria de envases plásticos.



FUENTE: Elaboración Propia

El objetivo de utilizar aditivos oxo biodegradables es poder minimizar los costos de degradación del suelo, lo que repercutiría en un aumento en el PIN y a su vez en el PIB del país. Para estudiar tal efecto se realizó el cálculo del PINE con el uso de aditivos, considerando los costos que se ahorrarían si se implanta esta tecnología.

El factor que se afecta dentro de los gastos de degradación es la partida de degradación del suelo, debido a que se minimizará el gasto que se utilizará en este para remediarlo por la contaminación de envases. La partida de generación de residuos se mantiene igual, ya que el costo por manejo de basura será el mismo. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 22:

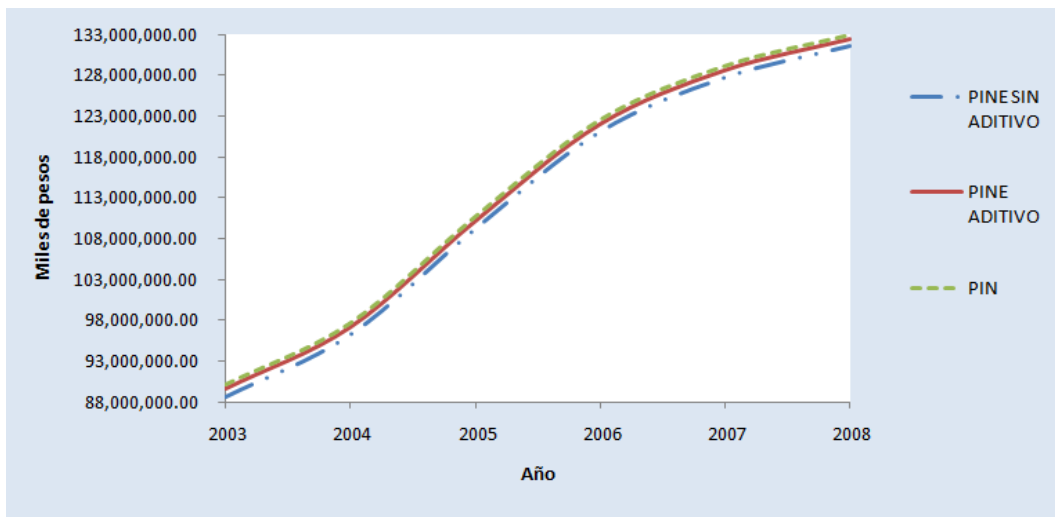
TABLA 22. Producto Interno Neto Ecológico de la industria de envases plásticos con uso de aditivo (Miles de pesos)

AÑO	PINE ADITIVO
2003	89,617,865.53
2004	97,180,505.60
2005	110,177,327.98
2006	122,056,123.16
2007	128,672,672.90
2008	132,488,640.70

FUENTE: Elaboración Propia

Como se mencionó, todo efecto sobre el PINE afectará el PIN del país, en la gráfica 6, se observa que el PINE con el uso de aditivos que permiten la degradación de botellas plásticas, aumenta 1.06% en comparación con la situación sin la aplicación de estos. Provocado por la reducción de los costos de remediación que representan el 60% de los costos de degradación.

GRÁFICO 6. Comparación de Producto Interno Neto y Producto Interno Neto Ecológico con y sin aditivo de la industria de envases plásticos.



FUENTE: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación sobre el impacto económico y ecológico de la degradación de botellas de plástico demostraron que hoy en día la contaminación provocada por estos, es un problema que afecta la vida, el medio ambiente y la economía del país. Esta situación ha ido creciendo por falta de planificación en cuanto al qué hacer con el envase después de ser utilizado.

El incremento en el uso de envases plásticos, fue resultado de su bajo costo y excelentes característica para contener bebidas carbonatadas y agua embotellada, las cuales representan el 50% de la producción de la industria del plástico y el 17% de la industria del envase y embalaje; principalmente en presentaciones de ½ y 1 lt, que son fabricados en la zona metropolitana del país.

En México cada habitante consume en promedio 500 bebidas embotelladas al año, lo que representa de 2005 a 2010 39, 058,481 millones de piezas. De estas, solo el 4% de los envases es sometido a un proceso de reciclaje. El bajo porcentaje destinado a este fin, es debido a la dificultad que presenta su recolección; esto se explica por los bajos precios que puede cobrar el acopiador por venderlo. Otro aspecto son los requerimientos de procesamiento, es decir, se debe de llevar una selección por tipo de plástico y en base a esto, se determina el tratamiento a seguir; por lo tanto las empresas prefieren el material virgen, además de que proporciona mejores características al producto final.

Cada habitante de México produce 1.3 kilos de basura por habitante, los cuales contienen 11% de envases de plásticos, que generan un costo al país por motivos de manejo y remediación de los daños que causa. Estos costos son medidos monetariamente por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, que los incluye en el Producto Interno Neto Ecológico (PINE), este indicador transforma unidades físicas en monetarias. El PINE es el Producto Interno Neto (PIN) del país ajustado por costos de agotamiento que se identifican con los recursos que provee la naturaleza y la degradación del medio ambiente. Los

primeros son los incurridos por la disminución de las existencias de los recursos naturales y los segundos son aquellos que se incurren por el gasto que se realiza para remediar la degradación del aire, suelo y agua.

Dentro de la industria manufacturera la problemática de los envases afecta dos subramas, en base a la división del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), la 32616 denominada fabricación de botellas de plástico y la 31211 que incluye elaboración de refrescos y agua embotellada, las cuales representan el 0.4% y 0.9% del Producto Interno Bruto del país.

Las ramas afectadas por la contaminación de envases plásticos consideran solo los costos de degradación del suelo y los de residuos sólidos, con base en datos reportados por el Sistema de Cuentas Ecológicas.

Existe una brecha que separa el PINE y el PIN, la cual representa los costos de remediar los daños que provocan los envases. Si se implanta el uso de aditivos oxo-biodegradables, cuya función es descomponer la botella de plástico; estos tienen un efecto sobre los costos de degradación del suelo, afectando directamente en el PINE e incrementándolo en un del 1.06%. Lo que trae un efecto benéfico en el Producto Interno Neto de las industrias de envases plásticos. Este cálculo es a nivel nacional, pero si se extendiera este método a nivel mundial, los efectos económicos serían más benéficos.

El proceso para descomponer los envases de plástico, además de tener beneficios económicos, debido a que ese dinero se podría destinar a otros programas gubernamentales, traerían beneficios ecológicos a México combatiendo la contaminación que provocan las botellas de plástico.

A nivel de empresa el uso de estos aditivos, representa un aumento de 3% en los costos de producción, reflejados en la materia prima a usar, los cuales son compensados por el renombre de la compañía a etiquetarse como empresa verde, ganando una mejor imagen ante la sociedad y el consumidor; y la facilidad de

incorporarse a mercados mundiales y estimular la inversión extranjera de marcas que buscan producir sin dañar al ambiente en países con costos de producción más baratos que el propio. Pero que contarían con certificaciones que avalarían sus productos con “*sello verde*”.

Bibliografía

- A. Arias, “Envases y embalajes”, Banco Interamericano de Desarrollo-Fondo Multilateral de Inversión, Colombia, 2004
- Almagro F., “Estudio académico sobre el *producto interno bruto ecológico* de la zona metropolitana del Valle de México, 1998-2002”, Boletín de sistemas nacionales estadísticos, México
- AMEE, “Órgano Informativo: Reciclabilidad”, 91, México, Mayo-Junio 2009
- ANIQ, “Antecedentes históricos de los plásticos”, www.aniq.org.mx
- Banco de Información Económica BIE
- E. Chao, “Las bolsas en el hoyo de la ley”, Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- E. Schwansee, “Basura de PET. El mexicano y su botella de PET”, Ambiente Plastico,12, Enero 2007, México
- G. Castro, “Desafío del envasado de bebidas en PET”, Énfasis (México), 05, 58, Septiembre- Octubre 2009.
- G. Guillen, “Las botellas de plástico, una mina de oro”, El Universal, Miércoles 04 Enero 2006
- G. Wright, “Hay que defender al envase de plástico”, Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- INEGI, “Resultados de las cuentas Económicas y ecológicas de México 2003-2006”, Aguascalientes, 2009

- INEGI, "XV Censo Industrial. Industrias Manufactureras Subsector 35. Producción De Sustancias Químicas Y Artículos De Plástico O Hule Productos Y Materias Primas" 1999.
- Instituto Nacional de Ecología. www.ine.gob.mx
- J. Gómez, " Punto de acuerdo, para elaborar una NOM sobre la producción de envases, bolsas y botellas de plástico congruente con la tecnología denominada "oxodegradación", grupo parlamentario del PVEM, México, 2009
- J.F. Herrero, "Aditivos que restan contaminación", Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- M. Aleman, "Envases y desarrollo sustentable", AMEE, 96, Marzo-Abril 2010
- M. Conde, "La vida contada de las botellas PET", Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- M. de Salazar, "Bioplásticos, la verdad de lo verde", Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- M. de Salazar, "Nueva norma ISO para recuperación y reciclado", Ambiente Plástico (México), 33, Mayo- Junio 2009.
- Noreen T., "Assessing the Environmental Impacts of Oxo-degradable Plastics Across Their Life Cycle", Department of Materials, Loughborough University, Loughborough, , UK, Enero 2010
- O. Cárdenas, "¿Es el PIB una buena medida de bienestar?", Escuela de Economía, Universidad de Guanajuato, México, 2003.
- R. Schaich, " Cuidado del ambiente y el empaque flexible", Énfasis, México, 6, Noviembre-Diciembre 2009