



*Biomasa Biomasa*

Contaminación - Contaminación

*Biomasa Biomasa*

Contaminación - Contaminación

*Biomasa Biomasa*

Contaminación - Contaminación

## LA BIOMASA UNA SOLUCIÓN PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Maximino Vásquez Cortés

### UNIVERSITA CIENCIA

Revista electrónica de  
investigación de la universidad  
de Xalapa. AÑO 8, NÚMERO 22. MAYO-  
AGOSTO 2019. ISSN 2007-3917

Doctor en Ciencia Cultura y Tecnología, maestro en Administración y Gestión de Instituciones Educativas, ingeniero Industrial Mecánico, experiencia profesional: 22 años en el Sector productivo, 20 años en la docencia en educación superior, 13 años como investigador.



**SUMARIO: 2. Introducción. 3. Contaminación atmosférica. 4. Problema petrolero mexicano. 5. Precio de los combustibles. 6. La bioenergía. 7. Bioetanol. 8. Biodiesel. 9. Biogás. 10. Conclusiones. 11. Fuentes de consulta.**

## **1. RESUMEN**

El uso de los combustibles fósiles genera problemas en el ambiente y en los seres humanos, en la seguridad energética y de emisión de grandes cantidades de gases contaminantes a la atmósfera y de efecto invernadero. La biomasa representa una solución para mitigar la contaminación atmosférica por medio de los biocombustibles. Los biocombustibles más utilizados son el bioetanol, el biodiesel y el biogás, los cuales se tratarán en este artículo. Los puntos a cubrir para cada biocombustible anteriormente señalado son la definición, método de obtención, ventajas y la forma de mitigar la contaminación ambiental.

**Palabras clave:** Biomasa, biocombustibles, bioetanol, biodiesel y biogás.

## **ABSTRACT**

The use of fossil fuels generates problems in the environment and in humans, in energy security and the emission of large amounts of polluting gases into the atmosphere and greenhouse gases. Biomass represents a solution to mitigate air pollution through biofuels.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Actualmente en nuestro país se presentan problemas relacionados con los combustibles fósiles, los cuales tienen efectos adversos en el ambiente y en los seres humanos, además de disminuir la seguridad energética y generar altas





emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes. Otro problema es el alto costo de la importación de las gasolinas y el diésel producto de la gran demanda que presenta estos combustibles a nivel industrial y automotriz. La bioenergía a través de los biocombustibles líquidos (biodiesel y bioetanol) y gaseosos (biogás) representan una opción a corto plazo para complementar la transición de combustibles derivados del petróleo a combustibles renovables, con el uso de los biocombustibles se mitiga la contaminación atmosférica.

La finalidad del presente artículo es exponer como la bioenergía representa una solución alterna para mitigar la contaminación atmosférica, utilizando los biocombustibles líquidos en los motores de combustión interna de los automotores.

En un primer momento de este artículo se describen los problemas de contaminación atmosférica, los problemas del sistema petrolero mexicano y su impacto en los precios de los combustibles (gasolinas, diésel y gas L.P.).

En un segundo momento se trata el tema de la bioenergía, de su definición y como los biocombustibles ayudan a mitigar la contaminación atmosférica.

### **3. LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

Uno de los mayores problemas que enfrenta el mundo es la contaminación atmosférica, también llamada contaminación del aire, la cual avanza aceleradamente como consecuencia del desarrollo industrial y tecnológico que demanda el aumento de la población. Lo anterior pone de manifiesto que una consecuencia directa de la industrialización es la generación de grandes cantidades de residuos.

A partir de la Revolución Industrial iniciada en el Reino Unido a finales del siglo XVII, se incrementó la emisión de los gases contaminantes a la atmósfera, ya que el trabajo manual fue reemplazado por maquinaria, básicamente por la introducción de tecnologías que empleaban el vapor y que hacían posible tener altos niveles de producción (Romero, 2006).



La contaminación del aire otras veces llamada contaminación atmosférica, se puede conceptualizar como:

- a) Es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana a todas las especies, los procesos industriales, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. (Atilio, 2013).
- b) Cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción de agentes físicos, químicos o biológicos (contaminantes) en cantidades superiores a las naturales, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico. (Romero, 2006).
- c) Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico (Diputados, 2012).

Los factores que contribuyen al problema de la contaminación del aire son los siguientes:

#### 1) EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES:

Para producir vapor y hacer funcionar las nuevas tecnologías que llegaron a Europa continental y América del Norte a finales del siglo XIX, y durante el siglo XX, al resto del mundo, se incrementó el uso de combustibles, tal como el carbón mineral y el petróleo los cuales al consumirse emiten grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera (SEMARNAT, 2009).

#### 2) CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA URBANIZACIÓN:

El crecimiento económico y la urbanización, asociados al desarrollo de diversas actividades como la industria petrolera, los servicios, la agroindustria y el incremento de las unidades automotoras, los cuales tienen como resultados un consumo intenso de combustibles fósiles siendo un factor importante de la contaminación del aire.

La contaminación atmosférica en centros urbanos de países de economías en desarrollo es un fenómeno que se encuentra en constante crecimiento, a tal punto, que recientemente gobernantes y tomadores de decisiones de importantes ciudades del mundo reconocieron la contaminación del aire como uno de los



mayores desafíos ambientales que deben enfrentar las ciudades de hoy (Franco, 2012).

### 3) ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Un tercer factor que contribuye al problema de la contaminación del aire es la práctica de actividades agropecuarias no apropiadas las cuales inciden en la generación de elevados volúmenes de contaminantes, que al relacionarse con las condiciones ambientales pueden dañar la salud humana, los ecosistemas y los recursos materiales.

Las actividades agrícolas las cuales tienen como función principal aumentar la producción de alimentos inciden de forma importante en la contaminación del aire, los contaminantes emitidos al aire por estas actividades son (González, 2006):

- Olores (ácidos orgánicos),
- Nitrógeno reactivo (amonía  $\text{NH}_3$ ) y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ).
- Material particulado –  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$  (partículas resultado de la labranza y quema).
- Compuestos de gas azufre ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

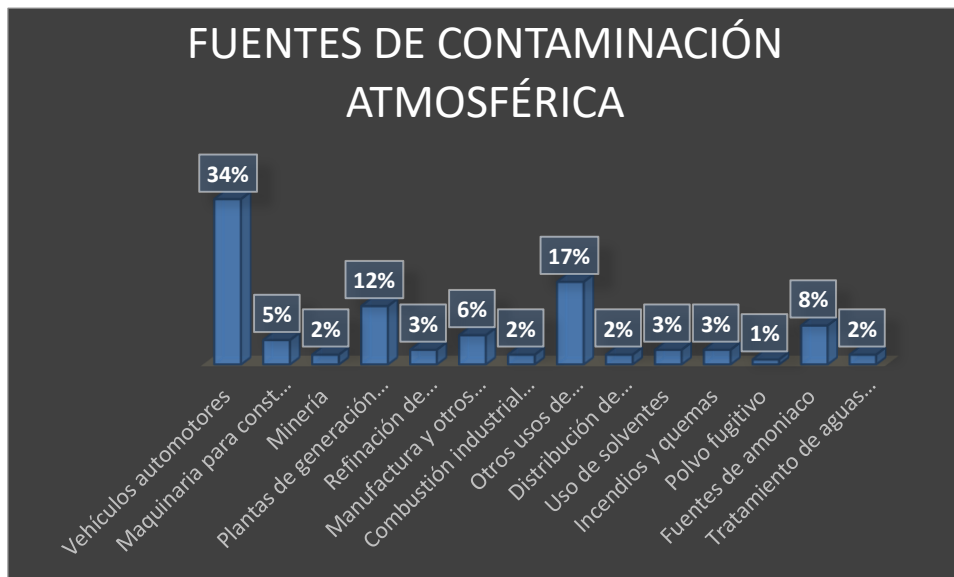
A nivel global, la agricultura contribuye de manera directa entre el 10 y 12 por ciento a las emisiones de GEI, debido a que los suelos agrícolas y el ganado emiten grandes cantidades de gases a la atmósfera.

De manera indirecta contribuye entre el 17 y 20 por ciento, debido al uso de combustible fósil para las operaciones agrícolas, la producción de agroquímicos y la conversión de tierras para cultivo (GREENPEACE, 2009).

Sin embargo, la agricultura acumula carbono en forma de materia orgánica integrada en el suelo y las masas forestales que actúan como almacén (Pérez, 2009).



Gráfica 1 Fuentes de contaminación atmosférica  
Fuente: Cambio climático (SEMARNAT, 2009)



Como se muestra en la gráfica 1 existen diversas fuentes de contaminación del aire, sin embargo, en este trabajo sólo se aborda de manera general la contaminación vehicular, la cual se relaciona con los gases emitidos por la combustión de los motores. Antes de hablar de los efectos de la contaminación es necesario saber y conocer la importancia de la atmósfera y su composición. La atmósfera es la capa de gases de composición definida que, junto con la radiación solar, permite el desarrollo de la vida sobre la Tierra.

Las capas que componen la atmósfera terrestre son la tropósfera, estratósfera, mesósfera y termósfera. Las cuales presentan características diferentes dependiendo de la altura con relación a la superficie terrestre.

En la primera capa de la atmósfera (Tropósfera), se presentan los fenómenos meteorológicos de mayor importancia. Aquí es donde se acumulan los contaminantes causantes del efecto invernadero (GEI), como son bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), bióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), y ozono ( $\text{O}_3$ ) (SEMARNAT, 2009).



Los GEI son uno de los factores más importantes para controlar la temperatura de la atmósfera, un incremento de su concentración, puede alterar el flujo natural de energía. Es decir, a mayor cantidad de GEI acumulado en la Tropósfera, mayor será la cantidad de calor que se absorba y la superficie del planeta alcanzará una temperatura más alta. En otras palabras, se reduce la eficiencia con la cual la tierra reemite la energía recibida al espacio.

En la estratósfera el ozono es creado principalmente por la radiación ultravioleta, es sumamente valioso ya que absorbe un rango de energía ultravioleta que es nocivo para la vida en la tierra (NASA, 2001). A partir de los años setenta, los científicos han encontrado evidencias de que las actividades humanas están perturbando el equilibrio del ozono. El principal contaminante de esta alteración del ozono son los compuestos químicos que contienen cloro tales como los cloro-flúro-carbonos (CFCs), los cuales crean un mecanismo destructor del ozono.

Los efectos de la contaminación atmosférica se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Daños a la vegetación: alteraciones foliares, reducción del crecimiento de las plantas, destrucción de flores, etc.
- Alteraciones del medio ambiente: reducción de la visibilidad, efecto de invernadero, afectación de la capa de ozono, lluvia ácida, etc.
- Daños a los animales: muerte, fluorosis, efectos genéticos, acortamiento de la vida, entre otros.
- Efectos psicológicos sobre el hombre.
- Efectos fisiológicos sobre el hombre: agudos y crónicos.

En el cuadro 1 se observa los diferentes problemas que causan los contaminantes del aire en la salud humana.

Con la finalidad de conocer mejor el impacto de la contaminación en la población y en la economía del sector productivo, el Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO) desarrolló una calculadora para cuantificar los costos que genera la mala calidad del aire en las ciudades mexicanas. El principal objetivo de esta herramienta es contribuir, con base en evidencia sólida, al debate sobre la



urgencia de impulsar políticas públicas para mejorar la calidad del aire en las ciudades de nuestro país (IMCO, 2013).

Cuadro 1 Efectos de los contaminantes en la salud humana  
Fuente: Cambio climático (SEMARNAT, 2009)

No	CONTAMINANTE	SÍMBOLO	CONSECUENCIA EN LA SALUD HUMANA
1	Bióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	Daño pulmonar
2	Monóxido de carbono	CO	Reducción del transporte del oxígeno en la sangre
3	Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	Causa daño pulmonar
4	Partículas suspendidas	PM <sub>10</sub>	Causan bronquitis, irritación de nariz y garganta, muerte en adultos mayores
5	Compuestos orgánicos volátiles	COV	Causan cáncer y malformaciones congénitas
6	Ozono	O <sub>3</sub>	Causa congestión nasal, asma, irritación de los ojos, menor resistencia a infecciones
7	Plomo	Pb	Saturnismo, menor capacidad de filtración de los riñones y afecta el desarrollo del feto.

El enfoque del estudio se centra en los daños a la salud de los habitantes, así como en los costos asociados para el sistema de salud y la pérdida de productividad de los trabajadores. La perspectiva de IMCO es que dichos impactos limitan la competitividad de las ciudades, pues afectan la calidad de vida de los ciudadanos, ahuyentan al talento y, por tanto, pueden incluso limitar la llegada de nuevas inversiones.

El resultado de dicho estudio incluye a tres ciudades del estado de Veracruz que son Veracruz, Xalapa y Poza Rica. Como ejemplo podemos tomar a la ciudad de Veracruz que según el estudio se presentan 90 muertes anuales debido a la contaminación, 8,400 consultas médicas, en promedio se gastan \$7,552,443.00 anuales, las pérdidas en productividad ascienden a \$58,973,658.00.

#### 4. PROBLEMA PETROLERO MEXICANO





Hablar de México como país petrolero implica hablar en términos de antes y después del descubrimiento de Cantarell. Desde el descubrimiento del primer pozo petrolero en territorio mexicano, a inicios del siglo XX, el petróleo ha estado presente en el quehacer político mexicano.

Figura 1 Localización de los campos de Cantarell  
Fuente: Comisión Nacional de Hidrocarburos



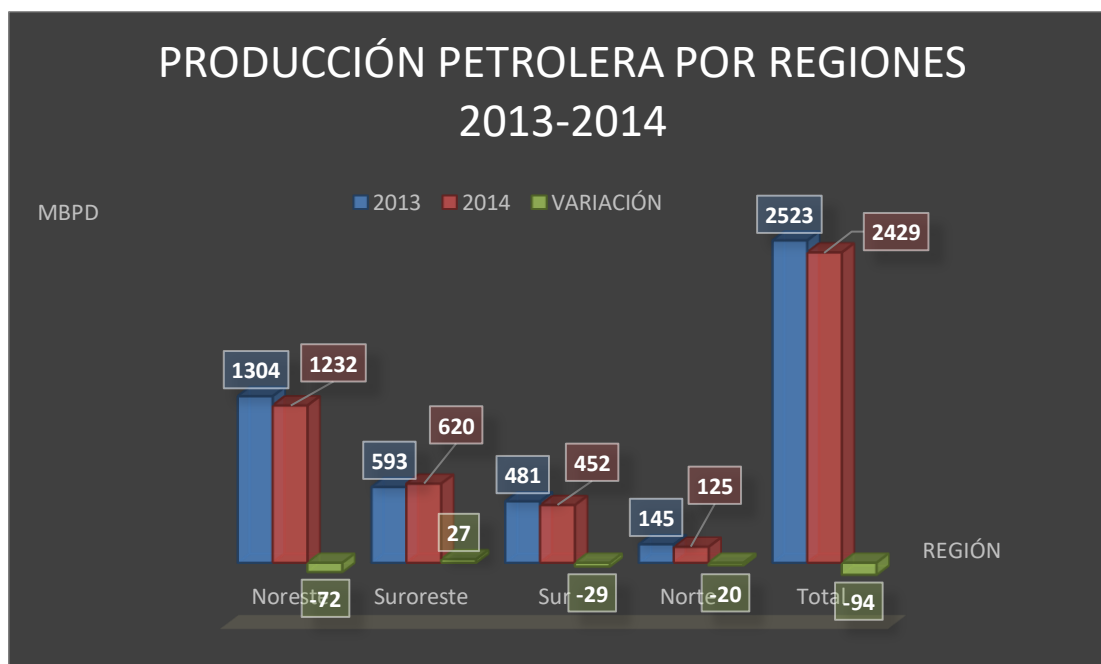
Se le da el nombre de Cantarell a un conjunto de campos petroleros ubicados en el área marina del estado mexicano de Campeche, ver figura 1. Los campos petroleros son los siguientes campos CHAC, Akal, Nhoch, Kutz, Balam, Ek, Ixtoc, Sihil y Takin. La producción inicial de Cantarell promedió 88 mil barriles diarios (mbd) en 1979; para 1980 subió a 611 mbd y para 1981 se alcanzó un máximo de producción de petróleo de 1,156 mbd (Daniel, 2015).

Cantarell alimentó la percepción de que sería finalmente factible superar las restricciones al crecimiento económico pues proveería los recursos indispensables para impulsar la modernización. Renovó también la relevancia mexicana para la



seguridad energética de Estados Unidos (EU) (Puyana, 2009). Además, ante la bonanza petrolera mexicana, los banqueros internacionales prestaron enormes cantidades de dinero a México esperando que ese oro negro se convirtiera en dólares (Vanessa, 2007). El entusiasmo mexicano fue tan grande que el propio presidente López Portillo, se atrevió a convocar a la nación a prepararse para “Administrar la Abundancia”.

Gráfica 2 Producción de petróleo por regiones  
Fuente: Anuario Estadístico 2014 PEMEX



Actualmente, no sólo el mayor productor de petróleo en México Cantarell está en fase de declinación. En total, 23 de los 32 yacimientos más importantes que en la actualidad explota Petróleos Mexicanos (PEMEX), están perdiendo gradualmente hidrocarburos y ajustando su producción a la baja por la extracción diaria a que son sometidos, sin que cada barril que se extrae se compense con un nuevo descubrimiento. (Serrano, 2006).

En la gráfica 2 se aprecia que la región suroeste presenta un incremento en su producción petrolera al pasar de 593 MBPD en 2013 a 620 MBPD en 2014, sin embargo, el balance general de la producción mexicana es negativo, al disminuir



de 2523 MBPD en 2013 a 2429 MBPD en 2014 (PEMEX, ANUARIO ESTADÍSTICO 2014, 2015).

Otros factores que impactan de manera significativa la situación petrolera mexicana son los precios de exportación del petróleo y el volumen de exportación. Estos ingresos se ven reflejados en el Producto Interno Bruto (PIB), el cual se define como el conjunto de bienes y servicios producidos en un país durante un espacio de tiempo, generalmente un año.

## 5. EL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES

En relación a los combustibles fósiles (Gasolina, diésel y gas), en México, las políticas de control de precios fuera del mercado se han reflejado en una serie de subsidios implícitos a los combustibles para el transporte. Estos subsidios tienen efectos distorsionantes en la economía, y generan efectos negativos en el medio ambiente, ya que envían señales incorrectas al consumidor sobre la escasez relativa de los recursos.

Los precios de la gasolina fueron por mucho tiempo, precios administrados, no se determinaban bajo las interacciones de oferta y de demanda como en una estructura de mercado. El responsable de administrar estos precios fue el Ejecutivo Federal. Esta facultad recae en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), quien realiza análisis técnicos para determinar los precios de las gasolinas y el diésel. La SHCP se auxilia en un Comité de Productos Petrolíferos, Gas Natural y productos Petroquímicos, integrado por la Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Energía (SENER), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y sus organismos subsidiarios como vocales, y la Comisión Reguladora de Energía (CRE) como asesor (Muñoz C. , 2011).

Como se aprecia en la gráfica 3, la gasolina magna se incrementó en 18.76% de 2017 al 2018. En la gráfica 4, se observa el incremento del diésel en el mismo periodo el cual fué del 15.71%.

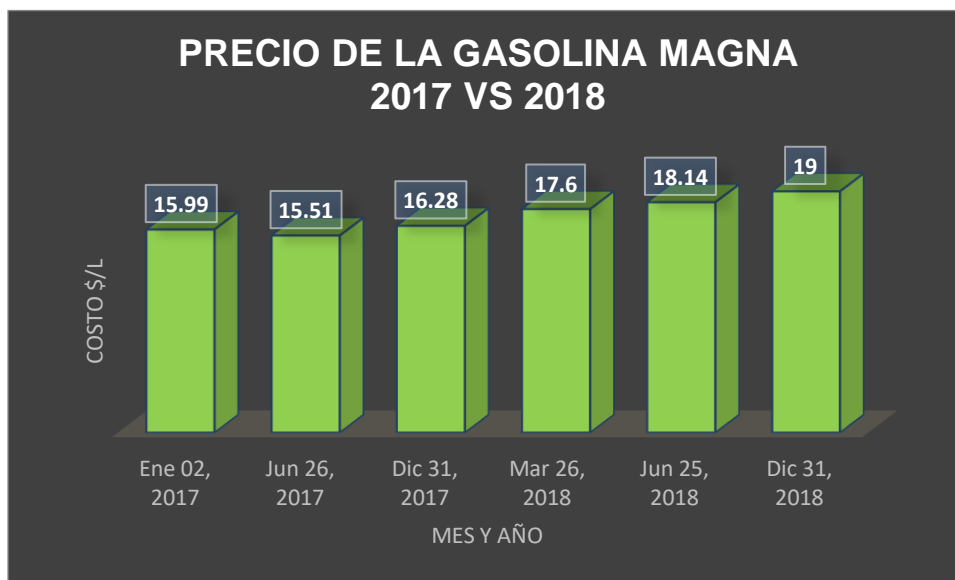
En los últimos años, México ha tenido un alto consumo de gasolinas per cápita, que es 65% mayor al consumo promedio mundial. De hecho, mientras países



miembros de la OECD y países que se encuentran en la Región de Europa y Asia Central han reducido gradualmente su consumo de gasolinas en la última década, nuestro país ha aumentado su consumo a una tasa promedio anual de 3% (Muñoz C. , 2011).

Gráfica 3 Precios de las gasolinas magna en México periodo 2017 - 2018

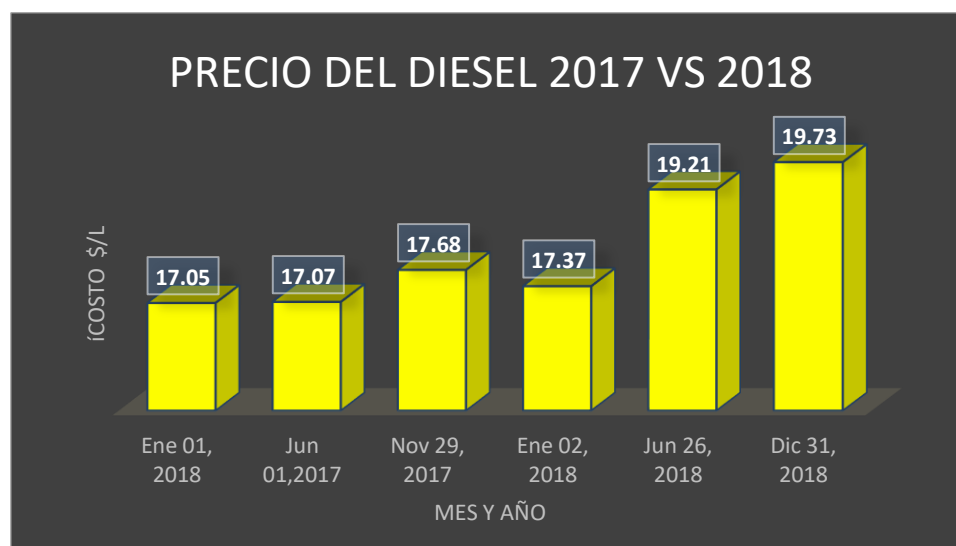
Fuente: COMPARACIÓN DEL PRECIO DE LA GASOLINA



El gas L.P, también ha incrementado su costo en los últimos años como se puede apreciar en la gráfica 5, dicho incremento fue del 18.85%, al pasar de \$14.96 en enero del 2017, a \$17.78 en enero del año en curso.

Gráfica 4 Precios del diésel en México 2017 – 2018

Fuente: Índice de Precios al Consumidor





Como resultado de los bajos precios del petróleo y la baja producción de los campos petroleros mexicanos, la economía mexicana se ha visto afectada, estas afectaciones van desde la recaudación de la Secretaría de Hacienda hasta ajustes en los gastos de la administración pública federal.

## 6. LA BIOENERGIA

Desde que el hombre descubrió como controlar y usar el fuego con fines prácticos, el uso energético de materia orgánica de origen vegetal, ahora llamada biomasa ha sido una constante en el proceso del desarrollo humano. Más adelante, la combustión de madera y carbón tomó auge como fuente de energía calorífica, han sido usados a lo largo de miles de años en procesos productivos. Hasta a finales del siglo XV, el escenario energético estaba dominado por la fuerza muscular de hombre, bestias, leña y carbón (IIE, 2015).

La biomasa fue la primera fuente de energía no animada utilizada, y se mantuvo como la más importante hasta el inicio de la revolución industrial. Posteriormente, en el siglo XIX, surge la idea de utilizar aceites vegetales como combustible para los motores de combustión interna, el desarrollo de esta idea se detalla a continuación (Salinas, 2009):

En el año de 1895, el Dr. Rudolf Diésel desarrolló el primer motor diésel, cuyo prototipo ya estaba previsto que funcionara con aceites vegetales, como por ejemplo el aceite de maní, que en las primeras pruebas funcionó bien.

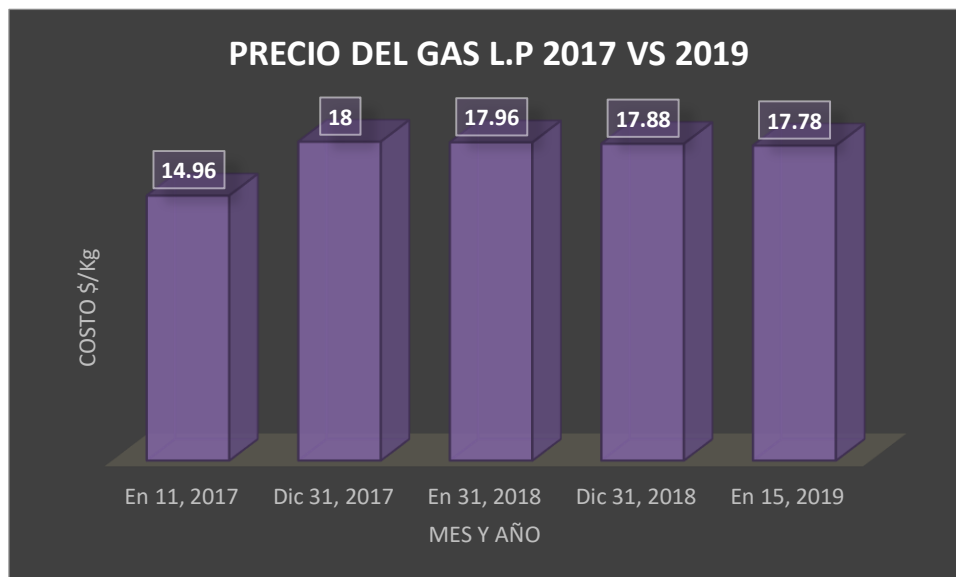
En 1908, Henry Ford hizo el primer diseño de su automóvil modelo "T", utilizaba etanol como combustible.

A principios de los años veinte, la Standard Oil utilizó en el área de Baltimore, 25% del etanol en gasolina.

En el año de 1938, se empleó un biocombustible por primera vez en el transporte público, cuando se utilizó biodiesel en la línea de ómnibus Bruselas-Lovaina. En el curso de la Segunda Guerra Mundial, los alemanes emplearon el biodiesel para mover sus flotas de guerra y los vehículos pesados en el norte de África.



Gráfica 5 Precios del gas L.P en México 2017 – 2019  
Fuente: Historial de precios al público



En el año de 1975, en Brasil la crisis del petróleo tuvo una fuerte repercusión, lo cual fue un factor importante para el desarrollo del proyecto “Proalcohol”, el cual tenía como objetivo reemplazar el uso de los hidrocarburos. Finalmente, la guerra de Kuwait elevó

aún más los precios de los hidrocarburos, afianzando la idea de nuevas fuentes de energía alternativa.

A fines de 1979, a raíz de la crisis de los precios del petróleo, se estableció una mezcla de gasolina y etanol: los biocombustibles se volvían a presentar como una alternativa al alza de los precios del petróleo y al posible agotamiento de los recursos no renovables.

La bioenergía, definida como energía producida a partir de la biomasa, la cual es la materia orgánica contenida en un producto de origen vegetal y animal (incluyendo los desechos orgánicos) y que puede ser capturada y usada como fuente de energía química almacenada, se ha vuelto recientemente uno de los sectores más dinámicos y cambiantes de la economía energética mundial.





Cuando los combustibles de la biomasa son usados para fines energéticos da como resultado la bioenergía. La bioenergía tiene varias ventajas con respecto a las energías fósiles y a otras formas de energía renovable ya que puede (Riegelhaupt, 2014):

- a) Proporcionar energía a varios sectores en forma de calor, electricidad y combustibles líquidos, sólidos y gaseosos
- b) Puede ser almacenada, lo que permite planificar y dar certidumbre a su suministro.
- c) Ser transformada para aumentar su densidad energética y facilitar su manejo.
- d) Ser producida y utilizada local o regionalmente, evitando la necesidad de utilizar transporte de largas distancias.
- e) Mitigar emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- f) Generar beneficios sociales y económicos al diversificar las economías rurales, crear oportunidades de empleo a lo largo de la cadena de producción.

El desarrollo de nuevas industrias de bioenergía podría proporcionar servicios de energía limpia a millones de personas que actualmente carecen de ella, y al mismo tiempo generar ingresos y crear empleos en las zonas más pobres del mundo.

Los biocombustibles son recursos energéticos procesados por el ser humano a partir de materias producidas por seres vivos, a las cuales se les denomina “biomasa”. Pueden ser líquidos (biodiesel y bioetanol), sólidos (madera, carbón vegetal) o gaseosos (biogás), su finalidad última es liberar la energía contenida en sus componentes químicos mediante una reacción de combustión. En la gráfica 6 se observa el consumo de la biomasa como fuente de energía la cual es el 10% a nivel mundial (AIE, 2015).

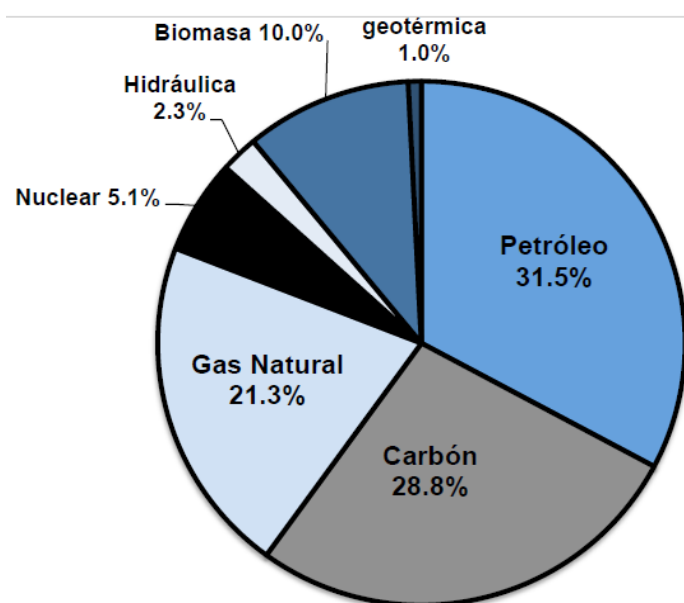
La Bioenergía es una oportunidad para agregar un suministro energético al mundo para satisfacer la enorme y creciente demanda y para mitigar algunos de los efectos sobre el precio de los combustibles fósiles. Es una oportunidad de hacerlo de manera amigable para el medioambiente y de una manera neutral en carbono.



Es una oportunidad para hacerlo de modo que los países en desarrollo como Brasil puedan proporcionar ingresos y trabajo a sus ciudadanos.

Existen varios tipos de biocombustibles, a los cuales se les clasifica de acuerdo al insumo o materia prima y a la tecnología empleada para producirlos. Debido a los avances en la tecnología, esta clasificación se realiza por generaciones (Alvarez, 2009):

Gráfica 6 Consumo Mundial de Energía por Fuente. Año 2011  
Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA 2013)



### 1. Primera generación

Algunos de los insumos son de procedencia agrícola y están conformados por las partes alimenticias de las plantas, las cuales tienen un alto contenido de almidón, azúcares y aceites. Ejemplos de estas materias son el jugo de la caña de azúcar, granos de maíz, jugo de la remolacha o betabel, aceite de semilla de girasol, aceite de soya, aceite de palma, aceite de ricino, aceite de semilla de algodón, aceite de coco, aceite de maní o cacahuate, entre otros. También se emplean







como insumos las grasas animales, grasas y aceites de desecho provenientes de la cocción y elaboración de alimentos, y desperdicios sólidos orgánicos.

Las ventajas de los biocombustibles son su facilidad de procesamiento, sus bajas emisiones de gases de efecto invernadero (excepto en el caso del maíz, donde el balance de estas emisiones es casi nulo) y un balance positivo en dichas emisiones. Tienen como desventaja el desvío de recursos alimenticios hacia la producción de energéticos.

## 2. Segunda generación

Los insumos son residuos agrícolas y forestales compuestos principalmente por celulosa. Ejemplos de ellos son el bagazo de la caña de azúcar, el rastrojo de maíz (tallo, hojas y olote), paja de trigo, aserrín, hojas y ramas secas de árboles, etcétera (Alvarez, 2009).

La ventaja principal en la producción de estos biocombustibles es la inexistencia de desviaciones de alimentos provenientes de la agricultura hacia el sector energético, pero su desventaja es la poca ganancia en disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero durante el procesamiento de los insumos, respecto a los biocombustibles de primera generación.

## 3. Tercera generación

Los insumos son vegetales no alimenticios de crecimiento rápido y con una alta densidad energética almacenada en sus componentes químicos, por lo que se les denomina “cultivos energéticos”. Entre estos vegetales están los pastos perennes, árboles y plantas de crecimiento rápido, y las algas verdes y verde azules. Los procesos de obtención de biocombustibles se encuentran en fase de desarrollo, sin embargo, se ha logrado producir biodiesel y etanol a nivel planta piloto (Alvarez, 2009).

Las ventajas de estos biocombustibles son el secuestro de anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) para la producción de los insumos y un balance positivo en la emisión de gases de efecto invernadero, pero su desventaja es la utilización de tierras de cultivo de alimentos para sembrar los insumos, con excepción de las algas verdes.

## 4. Cuarta generación



Los biocombustibles son producidos a partir de bacterias genéticamente modificadas, las cuales emplean anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) o alguna otra fuente de carbono para la obtención de los biocombustibles. A diferencia de las generaciones anteriores, en las que también se pueden emplear bacterias y organismos genéticamente modificados como insumo o para realizar alguna parte de los procesos, en la cuarta generación, la bacteria es la que efectúa la totalidad del proceso de producción de los biocombustibles (Alvarez, 2009).

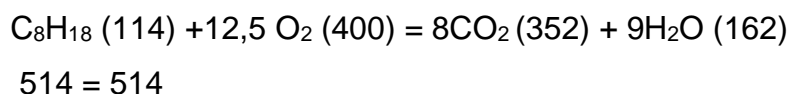
## 7. BIOETANOL

El etanol (alcohol etílico) es un compuesto químico que antes de tener uso ecológico como combustible alternativo, se usa en muchas bebidas alcohólicas como licores, vino y cerveza. También está presente en la composición de algunas medicinas, productos de estética, perfumes, disolventes y desinfectantes (CESOP, 2017).

Existen dos modos para su obtención uno de ellos y el más común es por medio de

materias renovables o materia orgánica, es decir, de la caña de azúcar, remolacha, sorgo dulce y melazas, en específico de ciertas plantas de azúcar a este tipo de etanol es al que se le llama bioetanol, el otro modo de obtener el etanol es mediante un proceso químico modificando al etileno por medio de hidrogenación y este es conocido como etanol anhídrido (DIAZ, 2017).

La utilización de bioetanol como combustible para motores de combustión disminuye las emisiones de gases contaminante. Por ejemplo, para el CO<sub>2</sub> la combustión de 1 litro de Gasolina o su equivalente en masa - 0,74 kilogramos presenta el siguiente ciclo de combustión y su ecuación de balance (Technica, 2010):

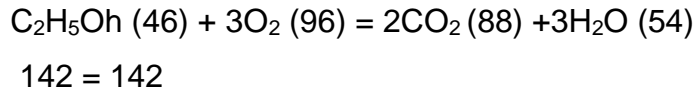


En este ciclo de combustión se emiten a la atmosfera 2,28 kg de CO<sub>2</sub> (Los valores que están entre paréntesis son los pesos moleculares de los compuestos).





La combustión de 1 litro de Etano, pesando 0,80 kilogramos, está representada en la fórmula



Por la combustión del litro de bioetanol se emite a la atmosfera 1,53 kg de CO<sub>2</sub>. A partir de estas reacciones químicas se observa que la emisión de CO<sub>2</sub> se reduce en un 32.89% por la combustión de bioetanol.

Actualmente, la distribución de los automóviles de combustibles alternos ha aumentado a partir del año 2010 principalmente los del tipo Flex fuel (combustible flexible) alrededor de 20.6 millones de unidades, los vehículos de alcohol puro es decir bioetanol al cien por ciento (E100) se encuentran entre los 2.4 millones muy cercano de los 3 millones de unidades.

Este es un vehículo equipado con un motor de combustión interna convencional de cuatro tiempos con la singularidad de poder trabajar con dos o más tipos diferentes de combustibles en el mismo deposito, entre sus combinaciones más convencionales se encuentran el bioetanol o metanol con sus respectivos porcentajes de mezcla con la gasolina, el más empleado es la E85.

El principal productor de autos Flex fuel es Brasil con 9,355,384, seguido de Estados Unido 7,289,907 y Suecia con 296,328 unidades. El primer vehículo comercial Flex fuel un Ford Taurus Sacada (DIAZ, 2017).

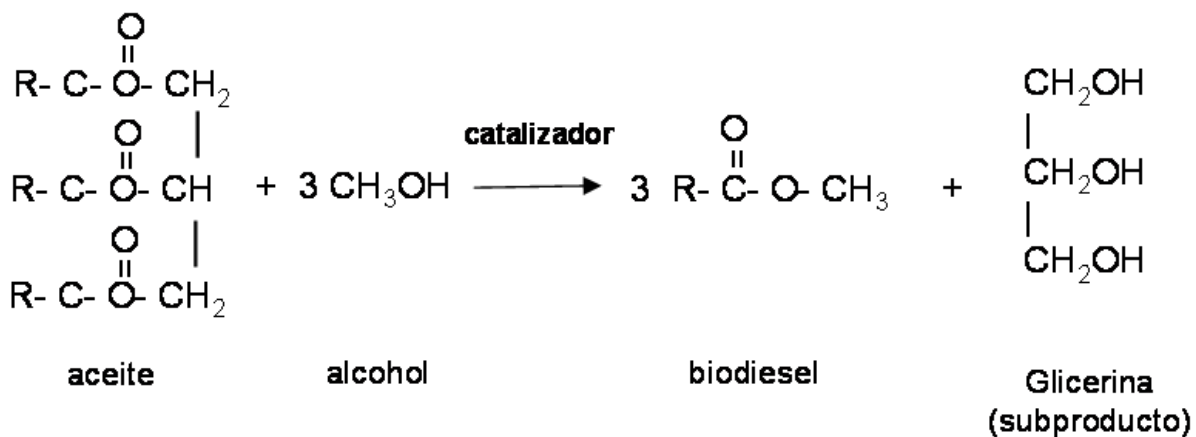
## 8. BIODIESEL

El biodiesel es un combustible producido a partir de materias de base renovables, como los aceites vegetales y aceites quemados de cocina, que se puede usar en los motores diésel, quemadores a diésel, calderas y equipos de calefacción. Químicamente constituyen ésteres de alquilo, de metilo y de etilo, con cadenas largas de ácidos grasos. Estas cadenas, al estar oxigenadas, le otorgan al motor una combustión mucho más limpia (Strattas, 2000).

En la figura 2, se observa cómo se lleva a cabo la función de transesterificación en la cual intervienen el aceite vegetal, alcohol y un catalizador los cuales producen biodiesel y glicerina.



Figura 2 Reacción de transesterificación  
National Renewable Energy Laborator. (NREL, 2009)



Las principales ventajas del biodiesel son las siguientes:

1. Es el único combustible alternativo en cumplir con los requisitos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), bajo la sección 211(b) del "Clean Air Act" (DEVELOPMENT, 2006).
2. Es el único combustible alternativo que funciona en cualquier motor diésel convencional, sin ser necesaria ninguna modificación (BOARD, 2012).
3. Puede almacenarse en cualquier lugar donde el diésel tradicional se guarda, excepto en tanques de concreto.
4. Por su poder de solvente, el biodiesel produce la limpieza de los tanques usados por el diésel de petróleo.
5. El combustible debe ser almacenado en un ambiente limpio, seco y oscuro, debiendo evitar temperaturas extremas.
6. Por otra parte, no requiere mayores cambios en las estaciones expendedoras.
7. Puede usarse puro o mezclarse en cualquier proporción con el diésel de petróleo. La mezcla más común es de 20% de biodiesel con 80% de diésel de petróleo, denominada "B20". En elevados niveles de mezcla, produce el deterioro de materiales de goma y poliuretano en el motor de combustión (ENERGY", 2011).



8. El ciclo biológico en la producción y uso de biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100% las de dióxido de azufre. La combustión disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemados, y entre 75-90% los hidrocarburos aromáticos. Además, proporciona significativas reducciones en la emanación de partículas y de monóxido de carbono. Según el tipo de motor, puede producir un decremento en emisión de óxidos nitrosos.
9. En el balance final no hay aumento de emisiones de dióxido de carbono, ya que las reducidas emisiones en comparación con el diésel, se compensan con la absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los cultivos oleaginosos, y reduce en un alto porcentaje los riesgos de contraer cáncer. Además, contiene 11% de oxígeno en peso y no tiene azufre.
10. También existe todo un nuevo campo de acción ligado al llamado secuestro de carbono de la atmósfera. En las últimas reuniones internacionales también se han establecido mecanismos de transacción mediante los cuales se podrían comercializar a nivel mundial la capacidad de secuestrar este tipo de gases fundamentalmente por medio de su incorporación al suelo por las plantas. En este sentido el Biodiesel posee un amplio abanico de posibilidades ya que cierra un círculo renovable sin adición significativa de mayores niveles de dióxido de carbono.  
Para ponerlo en números concretos una planta que produzca 50.000 toneladas al año de Biodiesel ayudaría a reducir en 150.000 toneladas las emisiones de dióxido de carbono lo cual se estima tendría un valor de mercado (comercio de emisiones y secuestro de carbono) de 150.000 a 300.000 dólares (Hilbert, 2009).
11. El biodiesel puede extender la vida útil de los motores porque posee mejores cualidades lubricantes que el combustible tradicional, mientras que el consumo, encendido, rendimiento, y torque del motor se mantienen prácticamente en sus valores normales (Agudelo, 2003).



12. Es seguro de manipular y transportar. Es biodegradable, varias veces menos tóxico que la sal de mesa, y tiene un punto de inflamación de aproximadamente 150° C, mientras que el diésel alcanza los 50° C.
13. Puede hacerse a partir de cultivos que abundan en nuestro país, como lo es la soja.
14. Ya ha sido probado satisfactoriamente en más de 15 millones de kilómetros en EE.UU. y por más de 20 años en Europa.
15. Los olores de la combustión en los motores diésel por parte del diésel de petróleo son reemplazados por el aroma de frituras (papas fritas, palomitas de maíz).
16. Es la opción más económica de combustible alternativo que reúne todos los requisitos del Energy Policy Act.

Además de las ventajas anteriormente señaladas, podemos citar otras como son los beneficios ambientales, desarrollos de nuevos mercados para los productos de producción primaria y sector industrial, otorgamiento de valor agregado a los cultivos, desarrollo de nuevos circuitos económicos, ocupación de mano de obra, etc.

Una ventaja adicional que tiene el biodiesel es su proceso de producción ya que, en mediana escala, el proceso se clasifica como una planta limpia y amigable con el medio ambiente. El residuo principal del proceso es glicerina la cual se puede utilizar para fabricar jabones, desengrasantes por mencionar algunos. Por otro lado, el agua de lavado se decanta para separar algún biodiesel contenido y sólidos.

En el cuadro 2 se muestran las emisiones medias del biodiesel comparadas con el diésel convencional.

Uno de los principales gases de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>, por lo cual es importante conocer las emisiones de este gas a la atmósfera, de las diferentes mezclas del bioetanol y el biodiesel con la gasolina y el diésel respectivamente. Esto se presenta en el cuadro 3 (Muñoz R. M., 2014).



Cuadro 2 Emisiones medias del Biodiesel comparadas al Diésel convencional  
Fuente: LOS ASPECTOS MECÁNICOS DEL VEHÍCULO (BERNARD, DESCONOCIDO)

TIPO DE EMISIÓN	B-100 (100% BIODIESEL 0% DIESEL)	B-20 (80% DE DIESEL Y 20% BIODIESEL)
Hidrocarburos totales sin quemas (HC)	-68	-14
Monóxido de carbono (CO)	-44	-9
Partículas en suspensión (PM)	-40	-8
Sulfatos	-100	-20
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	-80	-13
Hidrocarburos aromáticos policíclicos nitrogenados ( <sub>n</sub> PAH)	-90	-50
Potencial destructor de la capa de ozono	-50	-10
Oxidos de nitrógeno	+6	+1

## 9. BIOGAS

Es una mezcla de gases que contienen aproximadamente 50-70% de metano, 30-40% de dióxido de carbono, hidrógeno ( $\leq 1\%$ ), anhídrido sulfúrico ( $\leq 3\%$ ) y trazas de otros gases. Debido a su alto contenido de metano, el biogás es combustible, se utiliza para generar calor, proporcionar luz y mover motores de combustión interna para diferentes usos (generar electricidad, bombear agua etc.) (IRRI, 2014).

Cuadro 3 Reducción de CO<sub>2</sub> por el uso de los biocombustibles  
Fuente: Utilización de los biocombustibles en motores (Muñoz R. M., 2014)

REDUCCIÓN DE CO <sub>2</sub>			
	DIESEL	BIODIESEL	2.0 – 2.5 Tn CO <sub>2</sub> /1000 LITROS
	GASOLINA	BIOETANOL	2.0 Tn CO <sub>2</sub> /1000 LITROS



Cualquier materia que pueda ser fermentada contiene una serie de bacterias que la digieren. En ausencia de oxígeno lo que se obtiene de esa fermentación es biogás y biofertilizante.

El proceso de digestión anaerobia comprende varias fases consecutivas, las cuales se diferencian en el proceso en el que el sustrato (el alimento de los microorganismos) se va degradando, produciéndose en cadena los diferentes tipos de bacterias (AVENDAÑO, 2010).

La formación de metano es un proceso complejo que puede dividirse en cuatro etapas: • Hidrólisis.

- Acidogénesis.
- Acetogénesis.
- Metanogénesis.

La digestión anaerobia puede aplicarse, entre otros, a residuos ganaderos, agrícolas y los residuos que se producen en las industrias que trabajan en la transformación de dichos productos. Entre estos residuos se encuentran los purines, estiércol, residuos agrícolas, excedentes de cosechas, aguas residuales con alta carga orgánica, etc.; los cuales pueden ser tratados de forma separada o conjunta, lo que se conoce como co-digestión.

Aparte del CO<sub>2</sub> otro gas que provoca el efecto invernadero es el metano CH<sub>4</sub> su potencial es mayor, cada kilogramo de metano calienta el planeta veintitrés veces más que la misma masa de CO<sub>2</sub>. Según la FAO, desde el siglo XIX, las concentraciones de metano en la atmósfera se han duplicado; debido por una parte al aumento de áreas de siembra de arroz anegado, pues en ellas existen sectores pantanosos que presentan las condiciones anaerobias para la producción de este gas (GONZÁLEZ, 2013).

La ganadería es una fuente generadora de metano por su incremento en áreas de pastoreo al aumentar las cabezas de ganado existentes, lo cual contribuyen a aumentar el metano atmosférico.

El metano es también liberado por el estiércol producido en la ganadería por la descomposición del material orgánico en un ambiente anaeróbico a través de las







bacterias metanogénicas, las cuales requieren de un medio líquido o al menos con alta humedad. Otra fuente importante de metano son los rellenos sanitarios y los botaderos, donde las altas concentraciones de material orgánico en condiciones anaerobias provocan la liberación de este gas.

Los biodigestores es un mecanismo de aprovechamiento de este gas, los cuales se valen de la producción de metano para la generación calorífica por medio de sistemas rudimentarios. Los biodigestores utilizan los residuos sólidos, sea a través del estiércol animal o bien de residuos sólidos vegetales, encontrados en su mayoría en hatos ganaderos, fincas, zonas rurales e incluso en rellenos sanitarios como materia prima para su funcionamiento.

## 10. CONCLUSIONES

Los problemas que se generan por el uso de los combustibles fósiles como son la contaminación ambiental, la dependencia petrolera y los altos precios de las gasolinas y el diésel, nos conduce a buscar nuevas fuentes de energías alternas, entre las cuales se encuentra la biomasa.

Cuando la biomasa se utiliza para generar energía se habla de bioenergía, más específicamente de biocombustibles, los cuales pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

En este artículo se expuso como el uso del bioetanol, biodiesel y biogás ayudan a mitigar la contaminación atmosférica y los gases efecto invernadero (GEI'S). Por otro lado, se trató el tema del gas metano y como se puede disminuir su emisión a la atmósfera por medio del tratamiento de la materia orgánica.

Los métodos de producción de biodiesel y biogás son sencillos y económicos por lo cual se recomienda su análisis para su implementación. Lo cual será tema de otro artículo.

## 11. FUENTES DE CONSULTA

Agudelo, R. J. (14 de ENERO de 2003). Biodiesel, una revisión al desempeño mecánico y ambiental". Recuperado de



<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewFile/2320/1517>.

Fecha de consulta 25/04/2016.

AIE. (Desconocido de Desconocido de 2015). "Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total)". Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.COMM.FO.ZS?view=chart>.

Fecha de consulta 26/11/2017.

Alvarez, M. (desconocido de julio de 2009). "Biocombustibles: desarrollo histórico-tecnológico" Recuperado de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQ\\_biocombustibles\\_4a\\_generacion\\_2\\_5608.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQ_biocombustibles_4a_generacion_2_5608.pdf). Fecha de consulta 01/03/2016.

Atilio, E. (desconocido de desconocido de 2013). "La contaminación". Recuperado de <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>. Fecha de consulta 17/02/2016.

Avendaño, A. P. (Desconocido de septiembre de 2010). "Diseño y construcción de un digestor anaerobio". Recuperado de [file:///C:/Users/Max/Desktop/DIS%20DE%20BIODIG/guia\\_odtDIS%20BIODES%20BUENO.pdf](file:///C:/Users/Max/Desktop/DIS%20DE%20BIODIG/guia_odtDIS%20BIODES%20BUENO.pdf). Fecha de consulta 20/12/2017.

Bernard, E. (CNPL, desconocido). "Biodiesel: los aspectos mecánicos del vehículo". Recuperado de <https://docplayer.es/733372-Biodiesel-los-aspectos-mecanicos-en-los-vehiculos.html>. Fecha de consulta 20/04/2017.

Board, N.B. (BIODIESEL, 2012). "Performance". Recuperado de [https://www.biodiesel.org/docs/default-source/fact-sheets/performance-fact-sheet.pdf?sfvrsn=effe3e9\\_6](https://www.biodiesel.org/docs/default-source/fact-sheets/performance-fact-sheet.pdf?sfvrsn=effe3e9_6). Fecha de consulta 20/04/2017.

CESOP. (De Alba, 2017). "Etanol o las alternativas combustibles: ¿Qué hacer frente al "gasolinazo" en México?". Recuperado de [CESOP-IL-14DT239EtanololasAlternativasCombustible-20170203 \(1\).pdf](#). Fecha de consulta 15/09/2018.

Daniel, R. (IPN, 2015). "El Campo Petrolero Cantarell y la Economía Mexicana". Recuperado de





[https://www.researchgate.net/publication/283966788\\_El\\_campo\\_petrolero\\_Cantar\\_ell\\_y\\_la\\_economia\\_mexicana](https://www.researchgate.net/publication/283966788_El_campo_petrolero_Cantar_ell_y_la_economia_mexicana). Fecha de consulta 24/09/2018

DIAZ, D. L. (UNAM, 2017). "Vehículos de combustible alternativos para la Ciudad de México". Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14694/TESIS%20%20Vehículos%20de%20combustible%20alternativo%20para%20la%200C>.

Fecha de consulta 14/19/2018.

Diputados, C. d. (DOF, 2012). "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". Recuperado de <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>. Fecha de consulta 24/06/2018.

Energy", U.D (desconocido, 2011). "Vehicle Technologies Program". Recuperado de <http://www.afdc.energy.gov/pdfs/47504.pdf>. Fecha de consulta 12/11/2018

Franco, R. J. (Universidad EAN, 2012). "Contaminación atmosférica en centros urbanos. desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio". Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602012000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013). Fecha de consulta 25/10/2018.

González, C. (UPRM, 2006). "Emisiones de contaminantes agrícolas a la atmósfera y su destino". Recuperado de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-358/emisionesagricolasysudestino.pdf>. Fecha de consulta 16/07/2018

GONZÁLEZ, C. D. (CEGESTI, 2013). "Alternativas para la reducción de emisiones de metano". Recuperado de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_246\\_251113\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_246_251113_es.pdf). Fecha de consulta 15/06/2018.

Greenpeace, México (Desconocido, 2009). "La destrucción de México: La realidad ambiental del país y el cambio climático". Recuperado de [https://storage.googleapis.com/planet4-mexico-stateless/2018/11/105d1fb5-105d1fb5-destruccion\\_mexico.pdf?\\_ga=2.217516767.878070448.1568504237-1776315820.1568504237](https://storage.googleapis.com/planet4-mexico-stateless/2018/11/105d1fb5-105d1fb5-destruccion_mexico.pdf?_ga=2.217516767.878070448.1568504237-1776315820.1568504237). Fecha de consulta 11/05/2018.



IIE, I. d. (Desconocido, 2015). "Energías Renovables: una alternativa viable para México". Recuperado de <https://www.ineel.mx/boletin022015/BIIE02-15.pdf>. Fecha de consulta 18/10/2018

IRRI. (Desconocido, 2014). "Manual para la implementación de proyectos de captura de metano emitido por la agricultura y ganadería en México". Recuperado de

<file:///C:/Users/Max/Desktop/DIS%20DE%20BIODIG/FIRCO%20Y%20SAGARPA%20NORM%20PARA%20BIODIGESTORES/ESTUDIAR%20ESTE%20MANUAL%20>. Fecha de consulta 17/12/2018

Muñoz, C. (Desconocido, 2011). Subsidios a las gasolinas y el diésel en México; efectos ambientales y políticas públicas". Recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/ine-ener-dt-01-2011.pdf>. Fecha 23/02/2018

NASA. (Desconocido, 2001). "Ozono". Recuperado de [www.gsfc.nasa.gov](http://www.gsfc.nasa.gov). Fecha 06/08/2018.

NREL, N. R. (Desconocido, 2009). "Biodiesel Handling and use guide". Recuperado de <http://biodiesel.org/docs/using-hotline/nrel-handling-and-use.pdf?sfvrsn=4>. Fecha 15/04/2018.

PEMEX. (Desconocido, 2015). "ANUARIO ESTADÍSTICO 2014". Recuperado de [http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Anuario%20Estadistico%20Archivos/2014\\_ae\\_00\\_vc\\_e.pdf](http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Anuario%20Estadistico%20Archivos/2014_ae_00_vc_e.pdf). Fecha 15/12/2018.

PEMEX. (Desconocido, 2018). "ANUARIO ESTADÍSTICO 2014". Recuperado de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFE\\_enMX661MX676&ei=Fh\\_BXNKdJY=OsQWXmJmYBA&q=ANUARIO+ESTADÍSTICO+PEMEX+2014&oq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+PEM](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFE_enMX661MX676&ei=Fh_BXNKdJY=OsQWXmJmYBA&q=ANUARIO+ESTADÍSTICO+PEMEX+2014&oq=ANUARIO+ESTADÍSTICO+PEM). Fecha 18/11/2018

Pérez, V. A. (Desconocido, 2009). "Agricultura y deterioro ambiental". Recuperado de <http://www.elementos.buap.mx/num73/pdf/19.pdf>. Fecha 08/08/2018.

Puyana, A. (Desconocido, 2009). "El Petróleo y el Crecimiento Económico". Recuperado de



[http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/361/07aliciapuyan\\_a.pdf](http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/361/07aliciapuyan_a.pdf). Fecha 22/02/2018.

Riegelhaupt, E. (Desconocido de desconocido de 2014). “La Bioenergía en la Estrategia de Transición Energética”. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/91591/BIO.pdf>. Fecha 25/02/2018.

Romero, M. D. (Desconocido, 2006). “La contaminación del aire, su repercusión como problema de salud”. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>. Fecha 28/09/2018.

Salinas, E. (Desconocido, 2009). Los biocombustibles. Recuperado de <http://elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/15709.pdf>. Fecha 10/10/2018.

SEMARNAT, S. (Desconocido, 2015). “Cambio climático”. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314954/Situacion\\_CC\\_completo\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314954/Situacion_CC_completo_2015.pdf). Fecha 09/08/2018.

Serrano, M. (Junio, 2006). “Se secan los Pozos Mexicanos”. En: El Mundo del Petróleo. Año 3 Tomo 16 México p.p.32 - 37.

Strattas, J. (Desconocido, 2000). “Biocombustibles: los aceites vegetales como constituyentes principales del biodiesel”. Recuperado de [http://www.bcr.com.ar/publicaciones/investigaciones/biocombustibles\\_stratta.pdf](http://www.bcr.com.ar/publicaciones/investigaciones/biocombustibles_stratta.pdf).

Fecha 15/05/2018

Technica, S. (Desconocido, 2010). “Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> para diferentes combustibles”. Recuperado de [file:///C:/Users/Max/Downloads/Dialnet-AnalisisDeEmisionesDeCO2ParaDiferentesCombustibles-4546958%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Max/Downloads/Dialnet-AnalisisDeEmisionesDeCO2ParaDiferentesCombustibles-4546958%20(3).pdf).

Fecha 25/03/2018.

Vanessa, V. J. (Marzo, 2007). “Administrar la abundancia”. En: Cambio. Año 6 número 256 México p.p 26-28.