

# REACTOR BIODEGRADABLE K.E.V.A

AUTORES:

Karen Pérez Salgado

Amalinalli Viramontes Musalem

Asesora: M en IBQ Yessica Isabel González  
Soto

Universidad del Valle de México Campus Hispano

Clave de Registro CIN2017A50280

Ponencia

Áreas de Convergencia

Disciplina principal: Ecología

Auxiliares: Química y Biología

Tipos de investigación: Experimental

Estado de México, Noviembre 2016-Abril 2017

## ÍNDICE

---

---

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT .....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1. BASURA .....	5
2. CATALIZADORES BIOLÓGICOS .....	6
3. DESTILACIÓN .....	8
4. FERTILIZANTES .....	9
5. BIOCOMBUSTIBLES .....	10
METODOLOGÍA.....	11
RESULTADOS .....	12
CONCLUSIONES.....	14
APARATO CRÍTICO.....	15

---

Contaminación, acumulación de basura y combustibles con altos costos, son los problemas ecológicos y sociales a los que se enfrentará K.E.V.A, la cual presentamos como una solución innovadora, que será viable industrial, económica y tecnológicamente al producir biocombustible y fertilizante, procedentes de desechos orgánicos. El proceso consta de 3 fases principales: Trituración de los desechos orgánicos, descomposición y fermentación a través de biocatalizadores y finalmente la obtención de bioetanol, gas metano y fertilizante.

K.E.V.A es una máquina de acero inoxidable, en la cual se llevarán diferentes procesos dando como resultado principal biocombustible; el primer paso consta de una cámara movable, con una temperatura fija de 38 °C, en este apartado se destrozara la basura en pequeñas partículas, ya que de esta manera la descomposición se acelerará generando un mayor aprovechamiento de los recursos; también contendrá una mezcla: el solvente será H<sub>2</sub>O (agua), el hongo *Aspergillus niger*, levadura *Saccharomyces cerevisiae* y C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> (glucosa) serán el soluto y cada uno tendrá un porcentaje fijo. Se dejará reposar de tres a cuatro días, durante este tiempo se llevará a cabo la descomposición y fermentación, el tanque recolectará la mezcla de gases que produzca, terminado este tiempo será destilado en una segunda cámara para finalmente obtener bioetanol y fertilizante.

*Aspergillus niger*, es la especie más abundante en la naturaleza; se encuentra principalmente en los alimentos y materiales vegetales de fácil fermentación, es decir, los que contienen buenas cantidades de azúcares, almidones o gomas, es muy usado en la industria de fermentación para producir amilasas o ácido cítrico, también es un gran biocatalizador, ya que acelera el proceso de fermentación y descomposición. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* puede fermentar la glucosa a etanol. En condiciones anaerobias ésta es la única manera de producir energía. En la presencia de oxígeno, tiene lugar la respiración. Durante la experimentación se trabajaron diez muestras con la misma cantidad de desecho orgánico y agua; cada una contaba con una pequeña salida del gas resultante,

temperatura fija de 38°C y un pH ácido de 4.7. En ocho muestras se variaron la relación entre la levadura y el alimento (azúcar), provocando distintas condiciones de estrés para la *Saccharomyces cerevisiae*. A dos se les proporcionó la misma cantidad de levadura y azúcar, mientras que solo a una se le agregó el hongo *Aspergillus niger*. La variación de estas condiciones nos permite aprovechar al máximo la producción de bioetanol, ya que con el *Aspergillus niger* se observó un aumento en la velocidad de reacción generando una mayor cantidad de combustible, aprovechando así al máximo los recursos utilizados.

Posterior a la etapa de descomposición y fermentación se encuentra la destilación; proceso por el cual se obtendrá el fertilizante y biocombustible. El fertilizante influirá favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); se forman a partir de procesos naturales en los que la mano del hombre no interviene o interviene muy poco.

El bioetanol que se obtuvo tiene una cantidad considerable de alcohol, tanto que se puede combinar con combustible en un % reduciendo el precio a % por litro. El bioetanol es un alcohol etílico deshidratado producido a partir de la fermentación de elementos de la biomasa que sean ricos en componentes azucarados. Puede ser utilizada la celulosa para obtener azúcar. Los biocombustibles son un instrumento muy útil para cumplir las políticas de lucha contra el cambio climático y de seguridad del suministro al reducir la dependencia del petróleo importado, este es el objetivo principal de K.E.V.A generar este biocombustible con diferentes usos principalmente el de combustible mezclado con otros hidrocarburos.

## RESUMEN

---

Contaminación, acumulación de basura y combustibles con altos costos, son los problemas ecológicos y sociales a los que se enfrentará K.E.V.A, una máquina de acero inoxidable, en la cual se llevarán diferentes procesos dando como resultado principal biocombustible. El primer paso consta de una cámara, con una temperatura de 38 °C, en este apartado se destroza la basura en pequeñas partículas y se mezcla con H<sub>2</sub>O (agua), el hongo *Aspergillus niger*, levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>

(glucosa), cada uno con un porcentaje fijo, a un pH ácido de 4.7. Se dejará reposar de tres a cuatro días, durante este tiempo se llevará a cabo la descomposición y fermentación generada por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual puede fermentar la glucosa a etanol y con ayuda del hongo *Aspergillus niger*, especie más abundante en la naturaleza, que se encuentra en los alimentos con grandes cantidades de azúcar y almidón, acelerará la reacción. En la segunda etapa se destilará la mezcla para obtener bioetanol. Finalmente, el residuo de la fermentación será un increíble fertilizante para cambiar la composición del suelo en beneficio del medio ambiente. Durante la etapa de descomposición y fermentación un tanque recolectará la mezcla de gases que se produzca.

Palabras clave: desechos orgánicos, biocatalizadores y biocombustible.

#### ABSTRACT

---

Contamination, garbage accumulation and fuels with high costs are the ecological and social problems that K.E.V.A will face, a stainless steel machine, in which different processes will be carried out, giving as main result biofuel. The first step consists of a chamber with a temperature of 38 ° C, in this section the garbage is destroyed in small particles and mixed with H<sub>2</sub>O (water), the fungus *Aspergillus niger*, yeast *Saccharomyces Cerevisiae* and C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> (glucose), each one with a fixed percentage, at an acid pH of 4.7. It will be allowed to stand for three to four days, during which time the decomposition and fermentation generated by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, which can ferment glucose to ethanol and with the help of the fungus *Aspergillus niger*, species abundant in nature, found in foods with large amounts of sugar and starch, will accelerate the reaction. In the second stage the mixture will be distilled to obtain bioethanol. Finally, the residue of the fermentation will be an incredible fertilizer able to change the composition of the soil for the benefit of the environment. During the decomposition and fermentation stage a tank will collect the gas mixture produced.

Keywords: organic waste, biocatalysts, biofuel

#### INTRODUCCIÓN

---

En el mundo el problema de la contaminación es desmesurado, sólo en México se recolectan diariamente 86 mil 343 toneladas de basura, de la cual el 31% son sólo residuos alimenticios, por lo que nosotros proponemos una solución a este problema a través del procesamiento de desechos orgánicos en procesos de catalización en donde podemos obtener un combustible -bioetanol-, así como un fertilizante siendo una nueva forma de reutilizar la basura orgánica, todo esto en un proceso libre de contaminación; para así disminuir los niveles de concentración de desechos en beneficio del ser humano.

Si desintegramos la basura orgánica en presencia de un catalizador homogéneo y microorganismos, que también acelerarán la descomposición de los desechos para después someterlo a un proceso de destilación y obtener bioetanol, también durante el proceso de descomposición se generará gas metano y el residuo se podrá reutilizar como fertilizante o abono para plantas debido a los nutrientes que contendrá, asegurando así el máximo aprovechamiento de los recursos.

Nuestro proyecto tiene que desarrollarse para reducir los niveles de concentración de contaminación y mediante un proceso rentable pasar la materia orgánica hasta un biocombustible que ayudara a solucionar uno de los problemas más graves de la población mexicana actualmente, el costo de gasolina. En función de la metodología de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la gasolina Magna subirá \$2.89 por litro, mientras que la Premium \$2.94 por litro. El incremento en los combustibles se ve fuertemente relacionado con la depreciación del peso frente al dólar. Nuestro producto se combinará con cualquier combustible con un precio mínimo dando los mismos beneficios que el combustible puro, esta será una manera de mejorar la economía de la población.

### 1. BASURA

---

La basura es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar; es un producto de las actividades humanas, el cual es un gran problema de todos, esta puede provocar infecciones y enfermedades, problemas de contaminación ambiental y de plagas, además su almacenamiento es costoso.

La basura es un peligro para la humanidad, pero también para nuestro planeta, al tirar basura en los bosques, mares, ríos y calles estamos ocasionando problemas que con el tiempo podríamos autodestruirnos por ello debemos de concientizar a la humanidad de no tirar basura o crear métodos para reducirla.

#### 1.1 Tipos de basura y desecho orgánico

La basura se clasifica en dos tipos: orgánica e inorgánica; durante este proyecto se hablará de la basura orgánica, esta es la basura de origen biológico, es decir, ese desecho ha sido parte de un ser vivo o desperdicios de alimentos ya sea cualquier sustancia alimenticia, cruda o cocida generados por la manipulación, almacenamiento, venta, preparación, cocción y servicio de alimentos. La generación de residuos de alimentos tiene importantes consecuencias económicas, así como para el medio ambiente.

En grandes cantidades la basura orgánica también es un gran problema para nuestro planeta, ya sea por aire cuando llegan gases provenientes de la descomposición de la basura; del suelo cuando los desechos se incorporan a él, también la basura orgánica modifica la composición del suelo, o del agua si los residuos se vierten en ella o simplemente si son arrastrados por las lluvias. Pero una ventaja de los residuos orgánicos es que claramente está conformado por compuestos orgánicos (también conocidos como moléculas orgánicas) son, por otra parte, conjuntos formados por una serie de sustancias químicas donde se advierte la presencia de carbono y, en algunos casos, oxígeno, nitrógeno y fósforo, por citar algunos de los elementos posibles.

## 2. CATALIZADORES BIOLÓGICOS

---

Según la IUPAC, un catalizador es aquella sustancia que incrementa la velocidad de la reacción sin alterar la energía libre de Gibbs estándar de la misma; el proceso se denomina catálisis y la reacción en que está involucrado un catalizador se denomina reacción catalizada.

Tiene una gran importancia desde un punto de vista industrial, ya que permite que la velocidad del proceso sea lo suficientemente alto como para ser viable productivamente, o en condiciones experimentales menos exigentes.

Un tipo de catálisis es la biocatálisis, en esta se utilizan proteínas de diversas especies, como microorganismos o plantas, para hacer reacciones químicas específicas que se aplican a la generación de productos de alto valor agregado. El empleo de este tipo de catalizadores permite acceder a compuestos que son difíciles de obtener por medio de vías químicas, o que se obtienen utilizando reactivos y procesos que resultan muy contaminantes. Otra ventaja de los sistemas biocatalíticos es que se los puede utilizar en agua, por lo que se minimiza el uso de solventes.

### 2.1 *Aspergillus niger*

Los *Aspergillus* son hongos pertenecientes a la división *Deuteromycota*, que corresponde a los hongos filamentosos a los cuales no se les conoce una forma asexual para su reproducción. Los *Aspergillus* pertenecen a la clase, *Hyphomycetes*, que son los hongos que forman micelios pero carecen de esporocarpio. Y en particular el género *Aspergillus* se caracteriza por tener conidióforos con las esporas organizadas en rosarios largos que tienen un arreglo similar a una regadera o aspersor, de donde proviene su nombre.

*Aspergillus niger*, es la especie más abundante en la naturaleza; se encuentra principalmente en los alimentos y materiales vegetales de fácil fermentación, es decir, los que contienen buenas cantidades de azúcares, almidones o gomas. Su micelio produce esporas negras y es muy usado en la industria de fermentación para producir amilasas o ácido cítrico.

Las aflatoxinas son compuestos cancerígenos muy potentes que están asociados con el virus de la hepatitis B, cuya tolerancia en los granos alimentarios debe ser menor a 10 mg por tonelada; el *Aspergillus niger* es de las especies más utilizadas para producir enzimas, junto con el *Aspergillus oryzae* y el *Aspergillus awamori*, ya que no producen toxinas como las aflatoxinas (características de los cultivos de *A. parasiticus* o *A. flavus*). Estas especies pueden distinguirse de las no toxicogénicas, debido a que tienen un color verdusco característico y es relativamente fácil medir la presencia de aflatoxinas, usando técnicas inmunológicas.

El ciclo biológico de *Aspergillus* comprende la germinación, a partir de esporas, el crecimiento micelial, es decir como árboles microscópicos ramificados, y la esporulación, que incluye la formación de micelio aérea que forman la base de los conidióforos, que son estructuras de las cuales se desprenden las fialides o racimos de esporas. Muchas de las enzimas industriales producidas por *Aspergillus* están asociadas a la producción del micelio, durante la fase vegetativa.

## 2.2 *Saccharomyces cerevisiae*

Las levaduras son hongos unicelulares que se han utilizado durante siglos para la obtención de productos como el vino, la cerveza o el pan. Todas metabolizan azúcares como la glucosa, fructosa y manosa, pero algunas son capaces de hacerlo en condiciones anaerobias, con la producción de alcohol y anhídrido carbónico, en el proceso conocido como fermentación. La reproducción de las levaduras, en especial las utilizadas industrialmente, es normalmente asexual, a través de la gemación en la superficie, pero la reproducción sexual también se puede dar en determinadas condiciones.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* muestra cinco fases de crecimiento bien definidas cuando se cultiva en medios líquidos con glucosa como fuente de carbono: lag, logarítmica, cambio diáuxico, postdiáuxica y estacionaria. La fase lag es un periodo de adaptación en el cual la célula se prepara para dividirse. Durante la fase logarítmica las células alcanzan su máxima velocidad de duplicación y llevan a cabo un metabolismo fermentativo (aún en condiciones aerobias) del que se produce etanol.

Al disminuir la concentración de glucosa, las células atraviesan por el cambio diáuxico, un periodo breve de tiempo en el cual no hay división, y la célula cambia de un metabolismo fermentativo a uno respiratorio. En la fase postdiáuxica las células usan como fuente de carbono el etanol producido durante la fase logarítmica e incrementan su resistencia al estrés gradualmente; en tanto que la fase estacionaria se presenta cuando los nutrientes del medio se han agotado y no hay división celular; en esta fase las células acumulan carbohidratos de reserva como trehalosa y glucógeno, alcanzan el máximo nivel de resistencia a estrés y su pared celular se vuelve más gruesa y resistente a la digestión por liticasa.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* puede fermentar la glucosa a etanol. En condiciones anaerobias ésta es la única manera de producir energía. En la presencia de oxígeno, tiene lugar la respiración. Sin embargo, se puede producir fermentación alcohólica incluso en condiciones aerobias si la concentración de glucosa sobrepasa un valor límite crítico; esto se conoce como efecto Crabtree.

### 3. DESTILACIÓN

---

Un proceso en el cual una mezcla de vapor o líquida de dos o más sustancias es separado en sus componentes de pureza deseada, por la aplicación o remoción de calor.

La destilación está basada en el hecho de que el vapor de una mezcla hirviendo es más rico en componentes de bajo punto de ebullición. En consecuencia, cuando el vapor es enfriado y condensado, el condensado contendrá los componentes más volátiles. Al mismo tiempo, la mezcla original contendrá en más cantidad los componentes menos volátiles.

Las columnas de destilación son diseñadas para alcanzar esta separación de manera eficiente. La mejor manera de reducir los costos de operación de las existentes unidades, es mejorar la eficiencia y operación mediante procesos de optimización y control. Para alcanzar esta mejora, es esencial un conocimiento profundo de los principios de destilación y como están diseñados los sistemas de destilación.

Las columnas de destilación constan de varios componentes, cada uno es usado ya sea para transferir energía calorífica o transferir materia. Una típica columna de destilación contiene los siguientes componentes

- ✓ Un armazón vertical donde tiene lugar la separación de los componentes del líquido
- ✓ Componentes internos de la columna tales como platos y/o empaquetaduras que se usan para promover la separación de componentes
- ✓ Un ebullición que provee la vaporización necesaria para el proceso de destilación
- ✓ Un condensador que se usa para enfriar y condensar el vapor saliente de la parte superior de la columna
- ✓ Un tanque de reflujo que maneja el vapor condensado que viene de la parte superior de la columna de manera que el líquido (reflujo) pueda ser recirculado a la columna. El armazón vertical aloja los dispositivos internos y junto con el condensador y el rehervidor, constituyen la columna de destilación.

#### 4. FERTILIZANTES

---

Los fertilizantes o abonos son sustancias de origen animal, mineral, vegetal o sintético, que contienen gran cantidad de nutrientes y se utilizan para enriquecer y mejorar características físicas, químicas y biológicas del suelo o sustrato; así las plantas se desarrollarán mejor.

##### 4.1 Fertilizantes orgánicos

Bio-fertilizantes: Son sustancias que contienen microorganismos vivos, los cuales, cuando se aplican a superficies de plantas o suelos, colonizan la rizosfera o el interior de la planta, y promueven el crecimiento al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios a la planta huésped.

Fertilizantes orgánico, natural, verde o abono: Estos pueden ser de origen mineral, vegetal, animal o mixto. Se forman a partir de procesos naturales en los que la mano del hombre no interviene o interviene muy poco. Un ejemplo de esto son los abonos a partir de estiércol de varios animales, yeso agrícola, residuos de cosecha, o la

composta. La mayoría son de acción lenta, pues proporcionan nitrógeno orgánico que debe ser transformado en inorgánico por las bacterias del suelo antes de ser absorbido por las raíces, la rapidez de acción dependerá del terreno y condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad desagregados. Un aumento en la porosidad aumenta capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo.

<b>Características</b>	<b>Composta (residuos)</b>
Humedad	-
PH	7.7
Materia orgánica	Total
N (%)	2.1
P (%)	1.1
K (%)	1.6
Ca (%)	6.5
Mg (%)	0.6
Zn (ppm)	235
Mn (ppm)	265
Fe (ppm)	3000
Relación C/N	15

## 5. *BIOCOMBUSTIBLES*

---

Los biocombustibles contienen componentes derivados a partir de biomasa, es decir, organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos obtenidos de manera renovable. Los biocomponentes actuales proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas. Todos ellos reducen el volumen total de CO<sub>2</sub> que se emite en la atmósfera, ya que lo absorben a medida que crecen y emiten prácticamente la misma cantidad que los combustibles convencionales cuando se queman.

Los biocombustibles son a menudo mezclados con otros combustibles en pequeñas proporciones, 5 o 10%, proporcionando una reducción útil pero limitada de gases de efecto invernadero.

### *5.1 Bioetanol*

El bioetanol es un alcohol etílico deshidratado producido a partir de la fermentación de elementos de la biomasa que sean ricos en componentes azucarados, amiláceos y, últimamente, lignocelulósicos. El bioetanol, también llamado etanol de biomasa, es un alcohol que se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar o remolacha. Permite sustituir las gasolinas en cualquier proporción sin generar contaminación ambiental. Brasil es el principal productor de bioetanol, 45% de la producción mundial, Estados Unidos representa el 44%, China el 6%, la Unión Europea el 3%, India el 1% y otros países el restante 1%.

La caña de azúcar, la remolacha o el maíz no son la única fuente de azúcar. Puede ser utilizada la celulosa para obtener azúcar. La celulosa es una larga cadena formada por “eslabones” de glucosa. De este modo, casi todo residuo vegetal será susceptible de ser transformado en azúcar y luego gracias a la fermentación por levaduras obtener el alcohol destilando el producto obtenido.

Los biocombustibles son un instrumento muy útil para cumplir las políticas de lucha contra el cambio climático y de seguridad del suministro al reducir la dependencia del petróleo importado. A todos estos factores positivos asociados al uso de biocombustibles, a los beneficios estrictamente económicos, como pueden ser los costes de operación, la inversión y la capacidad de producción, hay que añadir otros como son el efecto invernadero, la repercusión social y el impacto de la producción de biomasa en el medio, entre otros factores.

## METODOLOGÍA

---

Previo a la fermentación se llevó a cabo una trituración de los residuos orgánicos, con ayuda de medios mecánicos, esta fragmentación genera una mayor superficie de

contacto entre de los sustratos y los microorganismos evaluados, promoviendo un mayor desarrollo, crecimiento y producción de biocombustible.

Para obtener el biocombustible los residuos orgánicos se sometieron a una fermentación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual tuvo una duración total de 11 días, tomando muestras durante el proceso para garantizar el uso los monosacáridos no cristalizables presentes en los residuos orgánicos y obtener el tiempo de máxima producción de biocombustible. El punto de partida para la obtención del biocombustible es la producción de una solución azucarada, para esto se adiciona una solución de glucosa la cual fueron evaluada en un rango de concentración del 10% al 50%. Todas las muestras tuvieron un tratamiento químico y térmico.

La fermentación también se realizó con *Aspergillus niger*, y de igual forma se empleó una solución azucarada mezclada con nuestros residuos orgánicos, después del tratamiento químico y térmico, en una concentración de 10% al 50% de azúcar.

El alcohol de cada muestra es sometido a una serie de destilaciones para eliminar el agua que posee y obtener las concentraciones adecuadas para las gasolinas, esto es entre 7 y 12%. Además del alcohol surge un residuo acuoso, la vinaza, con elevado contenido de potasio y materia orgánica, la cual volvió a mezclarse con los residuos orgánicos sólidos para su posterior evaluación como fertilizante.

En resumen, este proceso comprende tres etapas: fermentación, destilación y prueba y, como resultado del mismo surgen, aparte del etanol, dióxido de carbono y residuos que dependen de la materia prima utilizada.

## RESULTADOS

---

A través de este experimento se pudieron obtener dos productos finales: bioetanol y un residuo sólido con aplicaciones como fertilizante; siendo el primero el más importante, ya que, al ser una fuente de combustible renovable, emite un 40%- 80% menos cantidad de gases invernaderos que los combustibles fósiles.

Otra ventaja sobre este biocombustible es que reduciría la dependencia del petróleo del extranjero, promoviendo en el país una cultura ecológica y apoyando a la economía; también mejoraría la calidad del aire en zonas urbanas, es fácil de producir y almacenar, no contamina el agua y con su producción pueden reducirse los residuos y su acumulación.

El bioetanol ofrece diversas posibilidades de mezclas para la obtención de biocombustibles:

- ✓ E5: El biocombustible E5 significa una mezcla del 5% de bioetanol y 95% de gasolina convencional.
- ✓ E10: En este biocombustible existe una mezcla del 10% de bioetanol y 90% de gasolina normal; es la más utilizada en U.S.A y otros países, ya que en esta proporción no es necesario ningún tipo de modificación en los vehículos, y produce la elevación de un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes
- ✓ E85: Mezcla que contiene 85% de bioetanol y 15% de gasolina, utilizada en vehículos con motores especiales, llamados vehículos FFV, o Vehículos de Combustibles Flexibles

Los “Fuel Flexible Vehicles”, también llamados de dos combustibles, tienen un motor de combustión interna con la capacidad de funcionar con dos diferentes tipos de combustibles. El primer auto de este tipo fue el Ford Modelo T, que salió al mercado entre 1908 y 1927 y contaba con dos depósitos de combustibles ya que no los aceptaban en mezcla; actualmente cuentan con un software que detecta el tipo de combustible, o si es una mezcla sin importar la proporción, este software hace los ajustes necesarios para realizar la combustión correctamente.

- ✓ E95 y E100: Mezclas de hasta el 95% y 100% de bioetanol son utilizados en algunos países como Brasil
- ✓ E-DIÉSEL: El bioetanol permite su mezcla con gasoil utilizando un aditivo solvente y produciendo un biocombustible diésel el E-Diésel, con muy buenas características en cuanto a combustión y reducción de contaminación ofreciendo

así otras alternativas al bioetanol en el campo de los vehículos diésel. El E-Diésel ya se comercializa con éxito en EEUU y Brasil y pronto hará su aparición en España y Europa.

- ✓ ETBE: No se comercializa como un biocombustible, sino que se utiliza como un aditivo de la gasolina. El ETBE (etil terbutil éter) se obtiene por síntesis del bioetanol con el isobutileno, subproducto de la destilación del petróleo. El ETBE posee las ventajas de ser menos volátil y más miscible con la gasolina que el propio etanol y, como el etanol, se aditiva a la gasolina en proporciones del 10-15%. La adición de ETBE o etanol sirve para aumentar el índice de octano de la gasolina, evitando la adición de sales de plomo.

## CONCLUSIONES

---

Se obtuvo un biocombustible a partir de residuos orgánicos caseros empleando dos microorganismos en su proceso, durante la obtención de este biocombustible se fue respetuoso con el medio, no se compiten con los cultivos dedicados a la alimentación, que además colaboran doblemente contra el cambio climático y que se producen utilizando recursos propios y, por lo tanto, que reducen nuestra dependencia exterior hacia los combustibles fósiles.

Dado el alza de precios de los alimentos, se están buscando otras materias primas no alimentarias que puedan ser más abundantes, y sean a la vez menos costosas, requisitos que los residuos orgánicos cumplen.

## APARATO CRÍTICO

---

- \* Brown LeMay Bursten. (2004). *Termoquímica*. En Química. La ciencia central (180-184). México: Pearson.
- \* De Castro, Júlio F. M.; *Biofuels-An overview. Final Report; Biofuel-Africa*, 2007: [http://www.biofuel-africa.org/IMG/pdf/Biofuels\\_Final\\_Report.pdf](http://www.biofuel-africa.org/IMG/pdf/Biofuels_Final_Report.pdf)
- \* Energético Nacional 2008; MME-EPE, México: 2008, Petróleos Mexicanos (Pemex) (México): <http://www.pemex.com/Pemex> ; Uso de etanol como oxigenante en gasolinas; Mayo 2008: <http://www.pemex.com/files/content/etanol.pdf>
- \* Michael T. Madigan, Jack Parker. (2004). *Microbiología industrial y biocatálisis*. En Brock. Biología de los microorganismos (957-981). Madrid: Pearson.

- \* Miliarium. *Ingeniería civil y medio ambiente*. (2001, 2008). Etapas en el proceso de obtención de bioetanol. 13 de noviembre del 2016, de Miliarium Sitio web: <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Biocombustibles/EtapasProcesoProduccionBioetanol.asp>
  - \* Ramírez Regalado Victor Manuel. *Química orgánica*. (2014). México: Patria, pp.284.
  - \* Rosalino Vazquéz Conde. (2007). *Biología experimental 2*. México: Patria.
- S.A. (2016). *Los combustibles*. 2-febrero-2017, de Copyright Sitio web: <http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/>