

BIOCOMBUSTIBLES Y SU APLICACIÓN EN COLOMBIA

RESUMEN

El alto nivel de contaminación en los principales centros urbanos, llevó a las autoridades a extremar las medidas de control y previsión, tanto en los requisitos exigidos para las condiciones de operación de los motores de combustión interna, como en las exigencias en la formulación de los combustibles. Una de las alternativas para la disminución del impacto ambiental es la utilización de oxigenantes como el alcohol carburante en la gasolina. Este artículo busca proporcionar los antecedentes de los biocombustibles y su aplicación en Colombia, teniendo en cuenta la normatividad impuesta por el Gobierno Nacional para tal fin.

PALABRAS CLAVES: Etanol, Biogasolina, Biocombustibles, Biomasa.

ABSTRACT

The high level of contamination in the main urban centers, took the authorities to carry an extreme the control measures and forecast, so much in the requirements demanded for the conditions of operation of the motors of internal combustion, like in the demands in the composition of the fuels. One of the alternatives for the decrease of the environmental impact is the oxygenates use like the alcohol fuel in the gasoline. This article looks for to provide the antecedents of the biocombustibles and its application in Colombia, keeping in mind the law imposed by the national government for such an end.

KEYWORDS: Ethanol, Biofuels, Biomass

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de los biocombustibles líquidos es tan antigua como la de los mismos combustibles de origen fósil y los motores de combustión interna. Las crisis energéticas que sacudieron el siglo XX, y la preocupación mundial por la conservación del medio ambiente, fueron el motor para incentivar la búsqueda de nuevas fuentes energéticas como el etanol. La historia del uso del alcohol como combustible (Etanol) para motores se remonta al siglo XIX y su línea cronológica desde entonces hasta la actualidad, describe y se vincula con una serie de acontecimientos importantes en el campo de la ingeniería automotriz, la agroindustria, la ecología y la industria energética. [1]

Desde el año 1975, la crisis del petróleo tuvo una fuerte repercusión en Brasil. A partir de entonces, se encauzó el Proyecto Proalcohol, cuyo objetivo era la sustitución total de los combustibles de origen fósil. Como mayor productor de azúcar del mundo incursionó en la producción de alcohol para abastecer su inmensa flota vehicular, precisamente en los momentos en que gran parte de sus divisas estaban siendo utilizadas para comprar petróleo extranjero. La alternativa propuesta fue el bioetanol proveniente de la melaza de la caña de azúcar. [3, 4] Hoy, sin excepción, todos los vehículos que circulan en esta nación, usan gasolina mezclada con un promedio de 25% de etanol originado en la biomasa. Brasil consume 15 mil millones de litros por año para alimentar su flota de 42 millones de vehículos.

OSCAR FABIÁN HIGUERA COBOS

Ingeniero Metalúrgico, M.Sc
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
osfahico@utp.edu.co

JOSÉ LUIS TRISTANCHO REYES

Ingeniero Metalúrgico, M.Sc
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
josetris@utp.edu.co

LUIS CARLOS FLOREZ GARCÍA

Ingeniero Mecánico, M.Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
luiscar@utp.edu.co

**Grupo de Investigaciones en Materiales
Avanzados (GIMAV-UTP).
Universidad Tecnológica de Pereira.**

Adicionalmente desde finales del 2003, circulan en Brasil 200 mil autos Flex-Fuel, que pueden utilizar indistintamente gasolina, alcohol o cualquier mezcla de esos dos combustibles y alrededor de 4 millones de automóviles brasileños se mueven con etanol al 95 %. [3, 4]

Colombia no es ajena a esta condición. Ante la iniciativa tomada por el Gobierno Nacional de impulsar una Ley que estimule la producción, comercialización y consumo de alcoholes carburantes y ante el anunciado déficit de petróleo en los próximos años, la producción de alcohol aparece como un nuevo negocio que no solo aportará sostenibilidad al sector azucarero y a su área de influencia que depende en gran parte de éste, sino, además, nuevas posibilidades al sector agropecuario en general, ya que puede obtenerse también por fermentación de los azúcares presentes en el sorgo, la yuca, la remolacha, el banano y el maíz, entre otros.

Es necesario destacar que en el mundo entero, el alto nivel de contaminación del aire en los grandes centros urbanos, llevó a las autoridades a extremar las medidas de control y previsión, tanto en los requisitos exigidos para las condiciones de operación de los motores de combustión interna, como en las exigencias en la formulación de los combustibles.

Este fue uno de los motivos que tuvo en cuenta el Congreso de la República para expedir la Ley 693 de

septiembre 19 de 2001, cuyo objeto es controlar la contaminación del aire mediante el uso de oxigenantes en las gasolinas que reduzcan la contaminación producida por los motores de combustión interna.

La utilización de oxigenantes en la gasolina como el alcohol carburante, obedece a dos factores: el primero es la racionalización en el consumo de energía, máxime si proviene de fuentes no renovables y el segundo es la preservación del medio ambiente. Los oxigenantes hacen más eficiente la conversión de energía térmica en energía mecánica y por lo tanto, reducen el consumo de combustible. [9]

El Etanol o Alcohol Carburante es un alcohol libre de agua conocido también como alcohol anhidro; para lograr la combinación con las gasolinas, cuenta con un alto octanaje y se produce por la fermentación de azúcares presentes en material verde de los campos, desechos agrícolas y materia orgánica en general (biomasa).

2. RESEÑA HISTÓRICA

Desde inicios del siglo pasado la comercialización del etanol tuvo varios intentos fallidos, por causa de los bajos precios del petróleo, los altos precios del maíz, el costo que implicaba el transporte y almacenamiento del Etanol, las guerras mundiales y otros factores que influyeron en su desarrollo.

El primer motor diseñado para usar aceites vegetales como combustible fue el motor diesel fabricado por Rudolf Diesel, hace más de cien años. En 1908, Henry Ford pensaba usar como combustible el etanol en su automóvil Model T. La Standard Oil Company de 1920 a 1924, comercializó en Estados Unidos una mezcla de 25% de etanol en la gasolina. Posteriormente, Ford con diversos expertos en la década de los treinta, ambicionaron recuperar la comercialización del etanol, construyendo una planta para su producción.

Pero no todo fue fracaso, los países empezaron a tener crisis con el combustible fósil, debido al incremento en los costos por las altas demandas y conflictos de los países donde se extrae. El hecho que puso en alerta al mundo fue la guerra árabe-israelí, en octubre de 1973, que generó la escasez de petróleo y puso en peligro el suministro de este.[2].

Brasil fue uno de los primeros países en reaccionar con el proyecto Proalcohol, cuya meta era la sustitución total de los combustibles de origen fósil por medio del etanol proveniente de la caña de azúcar. Poco a poco se iniciaron proyectos alrededor del mundo similares a los de Brasil. [3, 4]

A finales de 1979, se inició en EUA la mezcla de gasolina y etanol con el fin de reducir el octanaje y el porcentaje de combustible fósil. De igual forma, en 1985

Europa planeaba sustituir el 25% del combustible fósil por Etanol, propuesta que no tubo acogida debido a problemas de costo y rentabilidad. A pesar de esto, en Europa existen hoy en día propuestas para fomentar el uso de etanol y biodisel, donde su meta es alcanzar el 15 % del consumo de combustible.

También el gobierno Colombiano, preocupado por las emisiones de hidrocarburos y de monóxido de carbono a la atmósfera, el desarrollo industrial, la generación de empleo agrícola, el mejoramiento de los combustibles y la autosuficiencia energética del país, fomentó el desarrollo del biocombustible por medio de diferentes leyes y reformas. Las siguientes son algunas de ellas. Se inició con la Ley 693 del 19 de septiembre de 2001, la cual establece límites de tiempo para los lineamientos técnicos y ambientales en el uso del Etanol. También determina la posibilidad de participación de personas privadas en la producción, distribución y comercialización de biocombustible. Además, se impulsó por medio de una reforma tributaria, Ley 788 de 2002, la exoneración del pago del IVA, del impuesto global y de la sobretasa al porcentaje de alcohol carburante que se mezcle con la gasolina.

Mediante la expedición de la resolución 447 de 2003, modificada por la resolución 1565 de 2004, se establecieron los requisitos técnicos y ambientales de los alcoholes carburantes a distribuir en el país a partir del año 2005. La Resolución 18-0687 del 2003, modificada a través de la resolución 18-1069 de 2005, donde se realiza una regulación técnica de la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla. Además, la resolución 18-1088 del 2005, donde se regula el precio por galón para el alcohol carburante.

3. OBTENCIÓN DEL ETANOL A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR. [5, 6, 11]

El proceso de obtención del etanol a partir de caña de azúcar involucra cinco etapas:

- **Molienda.** Una vez recolectada y preparada adecuadamente, la caña de azúcar es depositada en los molinos, que por efecto de aplicación de presión, extraen los jugos que son depositados en los tanques recolectores. Durante el desarrollo de este proceso se le agrega agua a los jugos de caña con el fin de insaturarlos, maximizando así la extracción de la sacarosa presente en dichos jugos.
- **Clarificación y preparación del jugo.** En esta etapa, el jugo de la caña es precalentado (evitando la presencia de microorganismos), seguidamente, se agrega un agente que ayudará a la formación de Flóculos y permitirá retirar por precipitación los sólidos que se presenten en suspensión. El líquido se filtra y pasa al depósito de acidificación en donde se mantiene en un pH entre 4.0 a 5.0 mediante la

adición de H₂SO₄ (ácido sulfúrico). Una vez garantizadas estas condiciones, el jugo se lleva a 110°C durante 10 min. y luego es enfriado a 33°C aproximadamente (esterilización), para continuar su proceso.

- Eliminación de la limpieza de cada fermentador después de realizado el ciclo.
 - Facilita el control del proceso, mejorando las calidades del fermentado.
 - Flexibilidad de operación.
- **Destilación y deshidratación.** El jugo proveniente de la etapa de fermentación, con 8 % de etanol, es bombeado a las destiladoras a través de una serie de intercambiadores de calor que permiten llevarlo hasta 93°C aproximadamente, pasando luego a la sección de despojo, que no es más que una columna que permite remover las sustancias que no fermentaron, el agua y además el escape del dióxido de carbono. El vapor de agua junto con el etanol salen por la parte superior de la columna, mientras que la vinaza (líquidos y sólidos residuales) salen por la parte inferior. El proceso de fermentado dura entre 12 a 16 horas para producir alcohol de 8°.

Tratamientos de la vinaza. El tratamiento de la vinaza se lleva a cabo en un biorreactor anaeróbico, seguido de un tratamiento aeróbico para su disposición final como abono biológico utilizado en los plantíos de caña de azúcar. En la Figura 1, se observa un esquema de la producción de etanol a partir de la caña de azúcar.

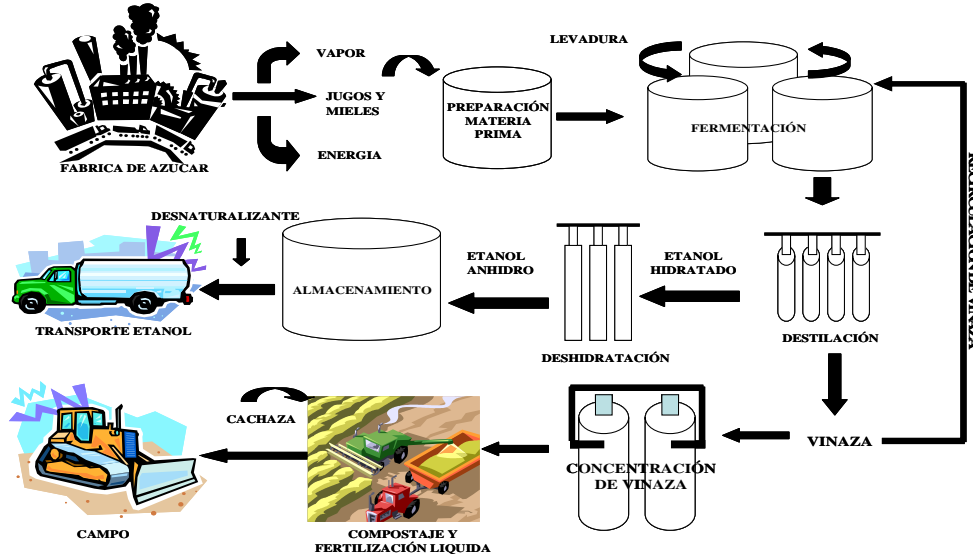


Figura 1. Esquema de la producción de etanol a partir de la caña de azúcar. [5]

4. USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

La Ley 693 de septiembre de 2001 obliga el uso de etanol de la biomasa en las gasolinas que se utilicen en las

principales ciudades del país. La reglamentación de la Ley señala que a más tardar el 27 de Septiembre de 2005 las gasolinas de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla deberán contener alcoholes carburantes en un 10% en volumen. La misma condición se establece un año más tarde en las ciudades de Bucaramanga, Cartagena y Pereira. En la medida que se desarrollen los proyectos agroindustriales, se extenderá el uso en el resto del territorio nacional. [10]

Para cumplir con los requerimientos establecidos en la Ley 693, y extender el uso al resto del territorio nacional se deberán instalar complejos agroindustriales alcoholeros en diferentes regiones del país. Los primeros proyectos se desarrollarán en la Hoya del Río Suárez, Vegachí y Valle del Cauca, regiones de vocación cañera, donde ya es una realidad. [8, 9]

Los costos de producción del alcohol a partir de la caña de azúcar se calculan entre 27 y 30 centavos de dólar el litro. Teniendo en cuenta que el alcohol carburante no paga los impuestos de la gasolina, tal como fue aprobado en la reforma tributaria del año 2002, las inversiones son rentables tanto para el productor de la caña como para el inversionista en la agroindustria. Las tasas de retorno en dólares están por encima del 20%, lo que hace atractivos los proyectos para atraer inversionistas tanto nacionales como extranjeros. Estas rentabilidades se logran sin incrementar el costo del combustible al consumidor final.

Las tecnologías disponibles en el mercado para producción de alcohol anhidro han evolucionado substancialmente desde su inicio hace 30 años en el Brasil. Los progresos han sido notables en rendimientos de la fermentación, eficiencia energética del proceso,

secado del etanol, cogeneración de electricidad partir del bagazo y el procesamiento de las vinazas.

Las vinazas, un subproducto de la planta que antes era desechado y contaminaba ríos y fuentes de agua, ahora se transforman en un fertilizante rico en potasio que se aplica totalmente en las mismas plantaciones, contribuyendo a la economía del proceso. [11]

Las inversiones en equipamiento industrial son del orden de los 400 millones de dólares en los próximos 5 años, aproximadamente un 70% de los equipos serán de fabricación nacional. Se requieren inversiones cercanas a los 100 millones de dólares en infraestructura (carreteras, puentes, y sistemas de recolección en plantaciones), y adecuación de cultivos en el mismo período.

Como opera la cadena productiva de los alcoholes carburantes. Por causa de la afinidad del alcohol anhidro con el agua. El etanol carburante se debe mezclar con la gasolina lo más cerca del punto de consumo, Los sistemas de almacenamiento y transporte (poliductos) de gasolina tienen presencia de agua en menores proporciones que ocasionarían inconvenientes a la mezcla etanol-gasolina. Por esta razón, la producción de alcohol deberá hacerse en diferentes regiones del país donde exista la materia prima y cerca de los centros de consumo. [7].

El etanol se transportará por camión tanque de las destilerías a las plantas de abasto localizadas cerca de las grandes ciudades y allí, el distribuidor mayorista realizará las mezclas, de acuerdo a las especificaciones establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente, antes de ser despachado en camión tanque a las estaciones de servicio. El sistema, como puede verse, mantiene la misma condición de hoy en día, con la única modificación de unos tanques y sistemas de mezcla en las plantas de abasto. La capacidad de almacenamiento en las plantas de abasto es un 10% de la capacidad de almacenamiento de gasolina. [10].

La refinería, por su parte, continúa produciendo como hoy el combustible base y despachándolo por los poliductos a las plantas de abasto. Debido a que el etanol es de un alto contenido de octano, la gasolina despachada de la refinería requiere de menos octano, con un beneficio económico en la operación de la cadena productiva.

El consumidor final se verá favorecido con un combustible de mejor calidad, que reducirá en un 25% las emisiones nocivas a la atmósfera.

Ventajas del uso de alcohol como combustible. [9]

- Utilizando el 10% en volumen de alcohol en mezcla con la gasolina, la implementación del proyecto permitirá obtener una reducción neta de la emisión de 6 millones de toneladas/año de CO₂ atmosférico, lo cual tiene una incidencia muy positiva en la problemática de cambio climático causado por los gases del efecto de invernadero. [9]
- Generación de aproximadamente 170.000 empleos entre directos e indirectos, correspondiente a los empleos del agro, operación de biorefinerías y empleos temporales para la construcción y montaje de las mismas durante los primeros tres años. Lo anterior contribuiría a la ampliación y optimización de la frontera agrícola, llevándola incluso a las zonas de cultivos ilícitos.
- La caña de azúcar sería el cultivo prioritario, sin perder de vista que el alcohol también puede ser obtenido a partir de excedentes de producción de otros cultivos agrícolas en el país. De acuerdo con lo anterior, serían necesarias aproximadamente 150.000 hectáreas cultivadas en caña de azúcar, localizadas en diferentes regiones del país, de las cuales 86.000 hectáreas satisfecerán la demanda de producción de Santa Fé de Bogotá.
- El programa nacional de Alcohol es, sin duda un proyecto que contribuirá al desarrollo del país debido, entre otras cosas, a la ampliación y optimización de la frontera agrícola, llevándola incluso a las zonas de cultivos ilícitos desarrollando las obras de infraestructura necesarias, lo cual tiene un efecto positivo y sinérgico en el desarrollo de las regiones.
- El alcohol y sus derivados serán muy importantes, no solamente para sustituir importaciones, sino también porque creará nuevas exportaciones con un mayor valor agregado.
- Este aspecto podría ser un atractivo para la inversión extranjera y para proyectos de industrialización en el país.

Existe un interés mundial por los biocombustibles. En América latina varios países han comenzado, o están preparando, programas parecidos al de Brasil.

Europa ya es un principal productor de Biodiesel y Bioetanol. Compañías de Ingeniería Suecas, Austríacas y Alemanas ofrecen diseño y construcción de plantas de Biocombustibles. En Asia, la India, China, Korea y Japón tienen igualmente un enorme interés en este producto. Para resumir, la industria agroquímica de biocombustibles tiene quizás la mayor importancia a nivel mundial durante el primer cuarto del Siglo XXI.

5. CONCLUSIONES

El gobierno Nacional, mediante la expedición de la Ley 693 del 12 de septiembre del 2001, estableció que a partir del año 2005 la gasolina colombiana debía tener elementos oxigenados que disminuyeran las emisiones nocivas para el medio ambiente. Se propone el uso de una mezcla 90% gasolina – 10% etanol para cumplir con esta normatividad.

Los Ministerios de Minas y Energía y del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante Resolución 1565 del 2004, establecen los requisitos técnicos y ambientales de los alcoholes carburantes y de los combustibles oxigenados a ser distribuidos en el país.

El Ministerio de Minas y Energía mediante resolución 18-1069 del 2005, expide la regulación técnica en relación con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes y su uso en los combustibles nacionales e importados.

Al mezclar 10% de Etanol con gasolina corriente se producirá un incremento de 3 unidades en el índice octano y en la gasolina extra el incremento será de 2 unidades.

La implementación del programa de Biocombustibles en el país tiene como objetivo propender por la diversificación de la canasta energética a través del mejoramiento de la calidad de los combustibles colombianos como resultado de la mezcla entre los Biocombustibles y el combustible de origen fósil.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ENERGY INSTITUTE. PETROLEUM REVIEW. Suplemento Especial sobre nuevos combustibles. Septiembre 2005.
- [2] HORTA NOGUEIRA, L.A., Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América Central, informe preparado para la Unidad de Energía, CEPAL (subsede México), 2003
- [3] AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Comissão de Infra-estrutura de Abastecimento de Derivados Básicos de Petróleo, Perspectivas de Suprimento de Gasolina e Óleo Diesel no Brasil (relatório síntese 2002-2007), Rio de Janeiro, 2003.
- [4] CUNHA F., A Logística atual de transporte das distribuidoras e a infraestrutura para a exportação de álcool, Petrobras Distribuidora (presentación en Power Point), agosto de 2003.
- [5] ASOCAÑA. Programa de biogasolina. Septiembre de 2005. Disponible en:

<http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf?opendatabase>.

- [6] STRATTA José., BIOCOMBUSTIBLES: los aceites vegetales como constituyentes principales del biodiesel. Agosto de 2000.
- [7] TORRES Jaime. Et al. Estudio de la mezcla de gasolina con 10% de etanol anhidro. Evaluación de propiedades fisicoquímicas. Ciencia Tecnología y Futuro. Vol 2. Numero 3 Diciembre de 2002.
- [8] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Impacto de la biogasolina en la cadena de distribución y en el consumidor final. Septiembre 5 de 2005. Bogota D.C. Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf?opendatabase>.
- [9] ECOPETROL S.A. – ICP. Programa Nacional de Oxigenación de las Gasolinas con Etanol Anhidro. Efecto del Etanol sobre las Propiedades Físico Químicas de las Gasolinas Colombianas y Desempeño en Motores y Vehículos. Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf?opendatabase>.
- [10] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. La Resolución 18-0687 de Junio 17 de 2003. En: http://www.mincomercio.gov.co/VBeContent/Documentos/Normatividad/resoluciones/2003/R_180687_2003.pdf#search=%22alcohol%20carburante%22.
- [11] CIFUENTES, Julio. Aspectos relevantes de la producción de alcohol etílico a partir de la caña de azúcar. Bogota, 1980. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad de los andes. Facultad de Ingeniería.