

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Ciencia de la Administración



"Análisis de las condiciones bajo las cuales se podría impulsar la adición de etanol a la gasolina comercializada en el parque vehicular de Guatemala"

Trabajo de graduación presentado por:

Estefani Johana Saravia Schwarz

para optar al grado académico de Licenciada en

Ingeniería en Ciencia de la Administración

Guatemala

2014



Análisis de las condiciones bajo las cuales se podría  
impulsar la adición de etanol a la gasolina comercializada  
en el parque vehicular de Guatemala

Universidad del Valle de Guatemala  
Facultad Ingeniería  
Departamento de Ingeniería en Ciencia de la Administración

“Análisis de las condiciones bajo las cuales se podría  
impulsar la adición de etanol a la gasolina comercializada  
en el parque vehicular de Guatemala”

Trabajo de graduación presentado por:  
Estefani Johana Saravia Schwarz  
para optar al grado académico de Licenciado en  
Ingeniería en Ciencia de la Administración

Guatemala  
2014

Vo.Bo.:

(f)   
Ing. Aida Lorenzo

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Aida Lorenzo

(f)   
Ing. Juan José Lira

(f)   
Ing. Jorge Mario García

Fecha de aprobación: Guatemala 31 de julio de 2014

# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   | ix  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | x   |
| RESUMEN .....  | xii |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| II. JUSTIFICACIÓN.....   | 3   |
| III. OBJETIVOS .....   | 5   |
| A. GENERAL.....  | 5   |
| B. ESPECÍFICOS.....  | 5   |
| IV. ESTUDIO TÉCNICO DE LA ADICIÓN DE ETANOL A LA GASOLINA.....   | 7   |
| A. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MISCIBILIDAD DEL ALCOHOL CON LA GASOLINA .....                                   | 7   |
| B. BENEFICIOS Y CONSIDERACIONES DE LA ADICIÓN DE ETANOL A LA GASOLINA EN LOS VEHÍCULOS.....                        | 6   |
| V. EXPERIENCIA DE PAÍSES EN AMÉRICA LATINA EN LOS QUE SE HA IMPLEMENTADO LA ADICIÓN DE ETANOL EN LA GASOLINA ..... | 11  |
| A. BRASIL.....   | 11  |
| B. COLOMBIA.....   | 16  |
| C. PANAMÁ.....   | 18  |
| D. PARAGUAY.....   | 20  |
| E. COSTA RICA.....   | 22  |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| F.    | ETANOL EN GUATEMALA.....  | 22 |
| G.    | CUADRO COMPARATIVO DEL TIPO DE COMBUSTIBLE Y PORCENTAJE DE ETANOL UTILIZADO EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA.....  | 25 |
| VI.   | CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE VEHICULAR EN GUATEMALA.....  | 26 |
| A.    | COMPOSICIÓN DEL PARQUE VEHICULAR QUE UTILIZA GASOLINA .....   | 26 |
| B.    | METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE POBLACIÓN QUE PUEDE UTILIZAR ETANOL Y EL GRADO DE OCTANAJE QUE REQUIERE ..... | 30 |
| C.    | RESULTADOS.....   | 32 |
| VII.  | POTENCIAL IMPACTO FINANCIERO EN GUATEMALA .....   | 34 |
| A.    | INFORMACIÓN PRELIMINAR.....   | 34 |
| B.    | IMPACTO EN LA FACTURA PETROLERA Y AHORRO DE DIVISAS .....   | 38 |
| C.    | REDUCCIÓN EN LA RECAUDACIÓN FISCAL.....   | 40 |
| D.    | DEMANDA NACIONAL PROYECTADA.....  | 43 |
| E.    | EMISIONES EVITADAS DE DIÓXIDO DE CARBONO .....  | 45 |
| F.    | BENEFICIO-COSTO PARA EL PAÍS .....  | 48 |
| G.    | IMPACTO EN EL PRECIO AL CONSUMIDOR FINAL .....  | 51 |
| VIII. | CONCLUSIONES.....   | 60 |
| IX.   | RECOMENDACIONES.....  | 62 |
| X.    | BIBLIOGRAFÍA .....  | 64 |
| XI.   | APÉNDICE.....   | 68 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfica No. 1 Participación de ventas de vehículos en Brasil.....   | 14 |
| Gráfica No.2 Capacidad instalada para producción de Etanol en Guatemala .....   | 23 |
| Gráfica No. 3 Clasificación de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos.....   | 26 |
| Gráfica No. 4 Evolución de la proporción de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos.....  | 27 |
| Gráfica No. 5 Representación de marcas en el parque vehicular (gasolina) de Guatemala 2014.....   | 28 |
| Gráfica No. 6 Representación de marcas en las motocicletas que conforman el parque vehicular que utiliza gasolina.....                                    | 29 |
| Gráfica No. 7 Representación de marcas en automóviles (excluyendo motocicletas) que conforman el parque vehicular que utiliza gasolina.....               | 29 |
| Gráfica No.8 Costo importación total de gasolina (millones US\$).....   | 40 |
| Gráfica No.9 Estimación y proyección de IDP sobre gasolina anual .....  | 41 |
| Gráfico No.10 Proyección de IDP sobre gasolina anual.....   | 42 |
| Gráfica No.11 Proyección de IVA sobre gasolina anual .....  | 43 |
| Gráfica No.12 Proyección consumo anual de gasolina (miles de barriles) .....  | 44 |
| Gráfica No.13 Etanol necesario para suplir la demanda de 2014 a 2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina ..... | 45 |
| Gráfica No.14 Etanol necesario para suplir la demanda de E10 para 100% de la población de 2014 a 2018 .....   | 50 |
| Gráfica No.15 Proceso de producción de alcohol de caña de azúcar.....   | 93 |
| Fuente: "Bioetanol de Caña de Azúcar Energía para el Desarrollo Sostenible"<br>Coordinación BNDES y CGEE. 2008.....                                       | 93 |



|  |    |
|--|----|
| Gráfica No. 16 Clasificación de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos..... | 94 |
|--|----|

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla No. 1 Factores que provocan aumento en el consumo de combustible.....  | 8  |
| Tabla No.2 Consumo anual de gasolina superior y regular (miles de barriles).....   | 35 |
| Tabla No.3 Costo de importación anual (millones US\$) .....  | 35 |
| Tabla No.4 Recaudación de ingresos tributarios del gobierno central año 2013 .....   | 36 |
| Tabla No.5 Monto recaudado por IDP de gasolina <sup>1</sup> y como porcentaje del PIB.....   | 37 |
| Tabla No. 6 Monto recaudado por IVA de importación de gasolina <sup>1</sup> y en porcentaje del PIB.....   | 37 |
| Tabla No.7 Proyección costo de importación de 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones US\$).....  | 39 |
| Tabla No.8 Monto hipotético recaudado por IDP de gasolina <sup>1</sup> (millones de quetzales) utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina.....   | 41 |
| Tabla No. 9 Monto hipotético recaudado por impuesto al valor agregado sobre importaciones de gasolina <sup>1</sup> (millones de quetzales) utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina..... | 42 |
| Tabla No.10 Proyección de consumo de gasolina 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (miles de barriles).....  | 44 |
| Tabla No. 11 Proyección de dióxido de carbono emitido de 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (toneladas métricas) .....   | 46 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla No. 12 Estimación de ventas de CER's de 2014-2018 en base a proyección de emisiones evitadas utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina ..... | 48 |
| Tabla No. 13 Análisis beneficio-costo de la implementación de E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones de US\$) .....                              | 49 |
| Tabla No. 14 Análisis beneficio-costo de la implementación de E10 para el 100% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones de US\$).....                              | 50 |
| Tabla No.15 Comparación entre el precio internacional (US Gulf Coast) y el precio.....  | 54 |
| al consumidor final en la ciudad capital de la gasolina superior y regular.....   | 54 |
| Tabla No. 16 Precio promedio anual por galón de etanol y gasolina de 2011 a 2018 (US\$) US Gulf Coast.....  | 55 |
| Tabla No.17 Precio diario por galón de etanol (US\$) US Gulf Coast.....   | 55 |
| Tabla No.18 Pronóstico de precio anual por galón de etanol y de gasolina, vendido en Guatemala (US\$ y Q) .....   | 56 |
| Tabla No.19 Pronóstico de precio anual por galón de E10 comercializado en Guatemala para los años 2014 a 2018 (US\$ y Q).....   | 56 |
| Tabla No. 20 Precios por galón en US\$ de combustibles en Colombia.....   | 57 |
| Tabla No. 21: Ejemplo del documento INE PARQUE VEHICULAR 18022014 .....   | 68 |
| Tabla No.22 Unidades de muestra por marcas representativas.....   | 69 |
| Tabla No. 23 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo por cuota .....  | 71 |
| Tabla No. 24 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo aleatorio simple.....  | 79 |
| Tabla No. 25 Resumen de vehículos cuyo manual recomienda el uso de E10.....   | 88 |

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación inicia con un estudio bibliográfico acerca de los beneficios y factores a tomar en cuenta al adicionar etanol en la gasolina, en base a la experiencia de los distintos países en donde ya se adiciona etanol en la gasolina. A su vez se llevó a cabo una investigación de las características técnicas de la gasolina en cinco países de América Latina y un análisis de las ventajas y desventajas que el etanol ha presentado tanto a nivel ambiental como financiero, en economías similares a la guatemalteca. Para poder crear un marco de referencia del impacto que tendría en el país, la implementación de etanol.

Como parte del estudio se obtuvo una muestra representativa de los automóviles que utilizan gasolina dentro del parque vehicular de Guatemala, con la finalidad de analizar la factibilidad de adicionar un porcentaje de etanol a la gasolina que se comercializa, en qué proporción y bajo qué condiciones; todo bajo la información obtenida de los manuales de fabricante de los automóviles en cuestión.

Con base a la información recabada, se realizó un análisis financiero, con dos escenarios diferentes, en el que se ejemplifica el impacto económico a nivel de país, en la factura petrolera, el consumidor final, la recaudación de impuestos y el medio ambiente. El trabajo de graduación contó con el apoyo de la Asociación de Combustibles Renovables (ACR).

# I. INTRODUCCIÓN

El etanol o alcohol carburante es un líquido derivado de cultivos como la caña de azúcar, maíz, remolacha, entre otros. Hoy en día es utilizado en más de 20 países alrededor del mundo (siendo Brasil y Estados Unidos sus principales productores y consumidores), como oxigenante y sustituto de la gasolina (en la mayoría de los casos obligatorio en cierta proporción), debido a sus propiedades y sus beneficios tanto en el desempeño del automóvil como en el medio ambiente y en el ámbito financiero. Este producto surgió en consecuencia a la crisis del petróleo durante la década de los setenta y ha permanecido como respuesta ante la creciente dependencia energética al petróleo y la constante inestabilidad del precio del mismo.

La implementación de etanol como parte significativa del combustible en los países, ha significado una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente generados por el uso de combustibles derivados del petróleo. A su vez, dado que su producción es local, ha creado miles de empleos tanto en el área agrícola como en el sector de producción en la construcción y operación de las destilerías, lo que genera un incremento en el crecimiento económico del país.

Guatemala importa el cien por ciento de sus requerimientos de combustible anual. El costo de importación únicamente de gasolina superior y regular, aumentó de US\$285 millones en el año 2003 a US\$1,042 millones en 2013. Como parte de las políticas de desarrollo del país, se presenta la necesidad de implementar un producto local, de precio accesible y estable, que represente un sustituto viable a largo plazo.

## II. JUSTIFICACIÓN

El etanol, es un biocombustible que se ha convertido en una tendencia y cada vez aumenta el número de empresas de la industria automotriz que fabrica vehículos "Flex-Fuel" diseñados específicamente para funcionar con gasolina, etanol 100% o una mezcla de ambos en cualquier proporción, fortaleciendo el nuevo camino que está tomando la tecnología automotriz.

La diversificación de la matriz energética significaría para Guatemala, independencia de los productos derivados del petróleo, permitiendo la utilización de un producto sostenible, renovable y amigable con el ambiente. Dicho cambio requiere de inversión, de informar a la población y esfuerzos por parte de todos los sectores involucrados, para dar un paso hacia una solución integral a muchos de los problemas que hoy enfrentamos como país.

Este trabajo se llevó a cabo en respuesta a la solicitud de la Asociación de Combustibles Renovables (ACR), de analizar a nivel de país, el porcentaje de vehículos en los cuales el fabricante aprueba y recomienda el uso de etanol, en qué proporción y bajo qué condiciones. De forma que signifique una guía para la implementación del mismo.

A su vez se busca informar a los guatemaltecos acerca de los beneficios económicos, ambientales y sociales que podrían obtenerse de la mezcla de etanol en la gasolina. Durante la investigación se analizaron algunos de los posibles impactos que podría generar en el país. Actualmente existe el Decreto 17-85 "Ley del Alcohol Carburante" la cual es inoperable. Por lo que esta investigación busca apoyar la propuesta de implementar etanol a la gasolina en el país, como una fuente energética a largo plazo y con la visión de utilizarlo como fuente de combustible renovable.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. General**

Realizar un análisis técnico y financiero de las condiciones bajo las cuales se podría impulsar la adición de etanol a la gasolina comercializada en el parque vehicular de Guatemala.

#### **B. Específicos**

1. Elaborar una investigación de las propiedades de la mezcla gasolina-etanol y cómo impactan el desempeño de los vehículos.
2. Determinar las principales características del parque vehicular nacional, según una muestra representativa, identificando marcas y modelos.
3. Definir la proporción de vehículos que podrían utilizar gasolina con etanol actualmente y bajo qué condiciones.
4. Ejecutar un análisis financiero del impacto de la adición de etanol tanto en la factura petrolera del país como del usuario final, comparando la proyección de un escenario bajo las condiciones actuales y una segunda proyección del posible escenario bajo la implementación de etanol.

## **IV. ESTUDIO TÉCNICO DE LA ADICIÓN DE ETANOL A LA GASOLINA**

### A. Características técnicas de la miscibilidad del alcohol con la gasolina

El etanol (alcohol etílico) es un líquido transparente fabricado a partir de la fermentación de tres tipos de materia prima renovable, los almidones como el maíz y el trigo, la sacarosa como la caña de azúcar y la remolacha, y la celulosa como la madera.<sup>1</sup> El etanol ha sido utilizado durante años, en diferentes países, como parte del combustible que alimenta motores de combustión interna. Esto debido a que posee varias propiedades que lo convierten en una fuente viable y renovable de combustible para vehículos, incluso automóviles de carreras. El porcentaje más comúnmente utilizado es E10, el cual contiene 10% de etanol y 90% de gasolina. De acuerdo la American Coalition for Ethanol (ACE por sus siglas en inglés), el uso de este porcentaje no requiere realizar ninguna modificación en el motor de la mayoría de vehículos, para su correcto desempeño. El segundo más utilizado es E85, en donde la proporción de etanol-gasolina es 85-15 respectivamente, este tipo de combustible es utilizado en vehículos conocidos como "Flexible-fuel Vehicle" o "Flex-Fuel" (vehículos con un motor que permite la combustión simultánea de gasolina y etanol en cualquier proporción). También se utilizan proporciones que varían dentro de este rango, las cuales se recomienda utilizar únicamente si el fabricante del automóvil indica que es apropiado para el vehículo. El porcentaje mínimo utilizado es E5, debido a que un porcentaje menor existe la probabilidad de que la mezcla no ocurra o sea un proceso muy lento.

La mezcla requiere de tres aspectos técnicos importantes con los cuales el vehículo no requiere modificaciones en su construcción de fábrica: Primero, la gasolina no debe

---

<sup>1</sup> Lorenzo, A. (2014) "Biocombustibles y oportunidades para Guatemala"

contener plomo, debido a que produce daños en el sistema de combustión interna del vehículo. La mezcla se puede realizar con gasolina sin plomo y sin importar su grado de octanaje, el cual será aumentado por la adición de etanol. Segundo, al emplearlo en el vehículo se debe asegurar que el octanaje cumple con los requerimientos mínimos indicados por el fabricante del vehículo (en su mayoría 87 octanos). Finalmente, el tipo de etanol es anhidro (también llamado alcohol carburante), el cual ha sido deshidratado (se disminuye su contenido de agua) para obtener alcohol a 99.5%. El alcohol hidratado (con un porcentaje de agua hasta un 5%) también es empleado en muchos países, sin embargo este puede utilizarse únicamente en vehículos que han sido adaptados para su uso, es decir Flex-Fuel.

Uno de los factores que influye en la miscibilidad de las mezclas de alcohol con la gasolina es la temperatura del ambiente, ésta debe ser mayor a 5°C, para evitar la separación en fase. En Guatemala, se han presentado temperaturas menores, únicamente en la región del altiplano, durante los meses más fríos es decir de diciembre a febrero. Ante estas condiciones climáticas, en diversos países esto se ha solucionado por medio de la adición de un compuesto estabilizante, como por ejemplo el isopropanol, butanol o benceno, para mantener la estructura de la mezcla.

Dentro de las preocupaciones de la implementación de etanol, se presenta la posible corrosión de las partes del vehículo. La presencia de etanol en la gasolina aumenta su capacidad para absorber agua sin comenzar a separarse. Por lo tanto la mezcla con etanol puede "almacenar" más agua, la cual será transportada a través del motor. Sin embargo, estudios realizados por la Royal Automobile Association (RAA por sus siglas en inglés) en Australia, han demostrado que el uso diario de E10 no aumenta el nivel de corrosión normal que se presenta en los componentes de los vehículos, así tampoco implica ninguna modificación en la construcción del vehículo y su mantenimiento es similar, sino idéntico, al uso de la gasolina convencional.



Adicionalmente el etanol es considerado un solvente efectivo para la gasolina, pudiendo contribuir en la remoción de sedimentos en el motor del vehículo.

En lo que concierne al modelo del automóvil, la mayoría de marcas fabricantes de vehículos, aprueban y promueven el uso de etanol hasta un 10%. Dependiendo de la línea del vehículo, generalmente, el uso de etanol no es recomendable en modelos anteriores a 1986, los cuales fueron equipados con carburadores y tanques de combustible de acero. Esto ocurre debido a que el uso de etanol adiciona una molécula de oxígeno, lo que tendría un impacto en la relación aire/combustible en el motor y podría provocar un sobrecalentamiento. Lo anterior podría ocurrir porque la presión del vapor de combustible con etanol es mayor al índice normal; de acuerdo al documento "Fuel Ethanol Industry Guidelines, specifications and procedures" creado por Renewable Fuels Association (RFA) de Estados Unidos, la presión de vapor de la gasolina se encuentra entre 7-15 psi mientras que la de etanol es de 17psi.

## B. Beneficios y consideraciones de la adición de etanol a la gasolina en los vehículos

1. Medio ambiente y salud pública. A continuación se presentan diversos beneficios y consideraciones que deben ser tomados en cuenta al adicionar etanol en la gasolina.

El etanol ha sido utilizado como un agente químico que oxigena la gasolina, al agregarle un átomo de oxígeno; esto permite una mejor combustión, provocando que la gasolina sea menos nociva para el medio ambiente, debido a que emite una menor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI).

Esta disminución en la contaminación, produce también una reducción en los costos de salud pública, que ocurren debido a enfermedades respiratorias provocadas por la polución del aire que se respira. En el estudio "*Public health impacts of secondary formation from aromatic hydrocarbons in gasoline*" realizado por miembros de Harvard

Center for Risk Analysis y National Exposure Research Laboratory, Office of Research & Development, U.S. Environmental Protection Agency, en Estados Unidos se demostró que los impactos asociados en la salud pública estimados debido a la exposición a partículas finas (PM2.5) provenientes de hidrocarburos aromáticos en la gasolina, se estiman en aproximadamente 1800 a 4700 muertes prematuras y un costo social que abarca desde US\$13.6 a US\$34.9 billones anualmente (von Stackelberg, Buonocore, Bhave, & Schwartz, 2013).

A su vez, el dióxido de carbono (así como otros gases de efecto invernadero) liberado cuando se fabrica el etanol (por las máquinas industriales que lo fabrican), es absorbido del medio ambiente por los cultivos de caña de azúcar, haciendo de la fabricación de etanol no incremente la contaminación atmosférica sino que contribuya a disminuirla. Esto difiere del petróleo, el cual es fabricado a partir de sedimentos de materia orgánica acumulada durante millones de años, este producto únicamente emite gases de efecto invernadero (entre ellos el dióxido de carbono) y de ninguna manera contribuye a su reducción en el medio ambiente. La producción y uso del etanol (proveniente de cultivos de azúcar) reduce la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en diferentes proporciones de acuerdo al contexto del país, y la proporción de etanol utilizado en el combustible; por ejemplo en Australia, la mezcla E10 ha reducido en un 32% las emisiones de monóxido de carbono (CO) y un 12% en los hidrocarburos (HC) (Motoring, RAA, 2004)

Tanto la reducción de GEI en la atmósfera, como la producción de etanol a partir de fuentes agrícolas sostenibles, permiten que el etanol sea considerado combustible renovable.

2. Costos y rendimiento. De acuerdo al estudio *Fuel Economy Impact Analysis of RFG* realizado por Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, un galón de E10 contiene 96.7% de la energía contenida por un galón de gasolina. Lo que conlleva a un aumento en el consumo de combustible de aproximadamente 2.8%. Sin embargo, existen diversos factores a los cuales se les

puede atribuir un aumento en el consumo periódico del combustible, lo que hace que el impacto real causado por el etanol sea muy pequeño y difícil de estimar. A continuación se presenta una tabla que contiene algunos factores, así como su impacto estimado.

**Tabla No. 1 Factores que provocan aumento en el consumo de combustible**

| Effect                | Conditions                        | Average Fuel Economy Reduction   | Maximum Fuel Reduction |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Temperature*          | 20F vs 77F                        | 5.3%                             | 13%                    |
| Head Wind             | 20 mph                            | 2.3%                             | 6%                     |
| Hills/Mountains       | 7% road grade                     | 1.9%                             | 25%                    |
| Poor road conditions* | Gravel, curves, slush, snow, etc. | 4.3%                             | 50%                    |
| Traffic Congestion    | 20 vs 27 mph average speed        | 10.6%                            | 15%                    |
| Highway speed         | 70 vs 55 mph                      | N/A                              | 25%                    |
| Acceleration Rate     | "Hard" vs "Easy"                  | 11.8%                            | 20%                    |
| Wheel Alignment       | 1/2 inch                          | <1%                              | 10%                    |
| Tire Type             | non-radial vs radial              | <1%                              | 4%                     |
| Tire Pressure*        | 15 psi vs 26 psi                  | 3.3%                             | 6%                     |
| Air Conditioning      | Extreme Heat                      | 21%                              | N/A                    |
| Defroster*            | Extreme Use                       | Analogous to A/C on some vehicle |                        |
| Idling/Warmup*        | Winter vs Summer                  | Variable with Driver             | 20%                    |
| Windows               | Open vs Closed                    | Unknown but likely small         |                        |

Fuente: Frazier, S. (2009). Ethanol Gasoline Blends problems or benefits for customers.

En cuanto a mezclas con porcentajes altos, como E85, el consumo de combustible sí aumenta en aproximadamente un 20%, es por ello que este solo debe ser utilizado en vehículos que cuenten con motores diseñados específicamente para este propósito. Adicionalmente, el costo de cada galón de E10 es menor al de gasolina pura, debido a que el etanol es un producto doméstico, no sujeto al DAI y al IVA sobre importación como lo está la gasolina. Adicionalmente, de acuerdo al Decreto 17-85 Ley del Alcohol Carburante, el etanol no está sujeto a pagar IVA, solamente un 2.5% trimestral de la producción al Estado. Aunque el precio para su venta nacional, aún no ha sido establecido, se pronostica que éste será menor al precio actual de la gasolina. Por ejemplo en Colombia (etanol fabricado como residuo de la fabricación de caña de azúcar), de acuerdo a la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, el precio por galón de etanol es de aproximadamente US\$3.31, E8 es de US\$4.55 mientras que el de gasolina es de US\$4.6. )

En el caso de Estados Unidos, donde el etanol se produce a base de maíz, la mayoría de la gasolina en el país es comercializada con 10% de etanol. De acuerdo al reporte de precios del mes de abril 2014<sup>2</sup>, realizado por el departamento de energía de Estados Unidos, el precio de la gasolina por galón (la cual ya incluye 10% de etanol) fue de US\$3.65, y el precio de E85 fue de US\$3.41. (En la sección "Potencial impacto financiero en Guatemala" se discute con mayor detalle acerca de la comparación de costos entre etanol y gasolina).

Concerniente al rendimiento, se ha demostrado que la mezcla de etanol aumenta el índice de octano<sup>3</sup> de la gasolina, lo cual produce una mayor potencia y eficiencia energética durante la combustión. De acuerdo al documento "Fuel ethanol industry Guidelines, specifications and procedures" de RFA en Estados Unidos, un porcentaje de 10% de etanol provoca un aumento de 2 a 3 puntos (R+M/2), un 7.7% un aumento de

---

<sup>2</sup> Departamento de Energía de Estados Unidos. 2014. "Clean Cities Alternative Fuel Price Report, April 2014". Recuperado de: [[http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/alternative\\_fuel\\_price\\_report\\_april\\_2014.pdf](http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/alternative_fuel_price_report_april_2014.pdf)]

<sup>3</sup> El octanaje o índice de octano, también se denomina RON (por sus siglas en inglés, *Research Octane Number*), es una escala que mide la capacidad antidetonante del combustible.

1.5 a 2.5 y un 5.7% de 1 a 1.5. Así, a medida que se aumenta el porcentaje de etanol también lo hace el octanaje, para E10 el octanaje aumenta 2.4 a 3.6 y E15 3 a 4.5.

3. Seguridad energética e independencia. El consumo energético en el mundo ha aumentado año con año a tasas gigantescas. En Guatemala en el año 2013, el consumo solamente de gasolina superior y regular fue de 8,507.32 miles de barriles (1,353 millones de litros), lo que equivale a un costo de importación de US\$1,042,446,122.36.

La implementación de etanol como parte de la matriz energética, ha representado en muchos países, un reemplazo de productos derivados del petróleo, lo que conlleva una reducción de la factura petrolera, permitiendo el ahorro de divisas y la disminución de la dependencia del país al petróleo. Según el artículo "*Energy and green house emissions*" para Estados Unidos, la implementación de E85, ha disminuido el uso de petróleo en un 70% y la implementación de E10 en un 6.3% (Wang, 2005). En el caso de Guatemala, el consumo nacional aumenta anualmente y la tasa de importación es del 100%, esto representa un gasto significativo al país. Por lo que el etanol se muestra como una opción viable, de producción doméstica y una fuente de combustible sostenible, que podría contrarrestar la posible falta de petróleo por desabastecimiento. Actualmente el 80% de la producción nacional de etanol, es exportada, principalmente a Estados Unidos y Europa. Generando divisas para el país, en el 2011 se exportaron más de 200 millones de litros de etanol que generaron divisas en un valor de US\$67 millones.

## **V. EXPERIENCIA DE PAÍSES EN AMÉRICA LATINA EN LOS QUE SE HA IMPLEMENTADO LA ADICIÓN DE ETANOL EN LA GASOLINA**

### **A. Brasil**

El etanol en Brasil, tuvo su primera aparición durante la segunda guerra mundial, cuando se mezcló con gasolina para utilizarlo como combustible vehicular, obteniendo resultados favorables. Sin embargo la implementación del Programa Nacional del Alcohol (proálcool), tuvo lugar en el año 1975 como respuesta tanto a la crisis internacional del petróleo, como la crisis azucarera que experimentaba el país. Dicho programa aspiraba incentivar la mezcla de etanol en la gasolina utilizada como combustible, así como el desarrollo de vehículos que funcionaran con 100% de etanol. La decisión de impulsar el etanol como biocombustible (por encima de otras fuentes), ocurrió debido a que Brasil es uno de los principales productores de caña de azúcar mundial desde el siglo XVI. Asimismo el etanol proveniente de la caña de azúcar posee costos de producción más bajos y niveles de producción por unidad de área más altos, en comparación a otras fuentes agrícolas como el maíz, la remolacha y el trigo.

A su vez, el alto costo de la factura petrolera (dependencia al petróleo) y el potencial impulso de nuevos mercados de exportación incentivaron aún más el desarrollo de la producción de etanol.

En los últimos 10 años, la industria de caña ha experimentado un ciclo de esel, y la creación de bioelectricidad. "Desde el momento en que Lula Da Silva asumió la presidencia (2003) hasta la actualidad, la producción de caña de azúcar aumentó un 100%, el azúcar un 70% y el etanol un 125%. Desde el 2005 en adelante, se inauguraron en Brasil alrededor de 20 nuevas plantas industriales de azúcar y alcohol por año"

(Prado, 2012). Prueba de ello, el país fundó la primera fábrica azucarera en el mundo que produce las tres energías "bio" y la utilización de caña de azúcar continua siendo la más grande aplicación de biomasa en la producción y uso de energía en el mundo.

Alrededor del 50% de la producción anual de caña de azúcar en el país, está destinada a la producción de etanol. Gran parte de

ésta, es dirigida al abastecimiento del creciente mercado interno, y un pequeño porcentaje (en el 2010 equivalente a US\$ 1 mil millones por mes), hacia mercados extranjeros, principalmente europeos y asiáticos. El etanol posicionado dentro del país, se adiciona a la gasolina que se utiliza en el parque vehicular, la cual se comercia en presentaciones que contienen un rango desde el 10% (E10) hasta 85% (E85).

Durante el período de zafra 2012-2013 se produjeron alrededor de 588,915 mil toneladas de caña de azúcar (según datos de Conab – Companhia Nacional de Abastecimento –BRASIL) de éstas, un 50.3% fue destinada para la producción de etanol (295,991 mil toneladas). Como resultado se obtuvieron 23.6 mil millones de litros de etanol de los cuales un 42% se utilizó para la producción de etanol anhidro y el restante 58% para etanol Hidratado.<sup>4</sup>

El 2.6% de los suelos de Brasil son utilizados para el cultivo de la caña de azúcar. Hoy en día se producen alrededor de 7,000 litros de etanol por hectárea, y en el futuro se espera producir alrededor de 13,000 litros, para lo cual se está promoviendo su producción. Las principales zonas productoras son Sao Paulo, Pernambuco y Río de Janeiro.

Desde la implementación del programa, varios sectores mostraron preocupación por el potencial desgaste y/o disminución en el rendimiento de los vehículos. Sin

---

<sup>4</sup> Conferencia Experiencia de Brasil en torno a los Biocombustibles (APLA), Lic. Favio Castelar

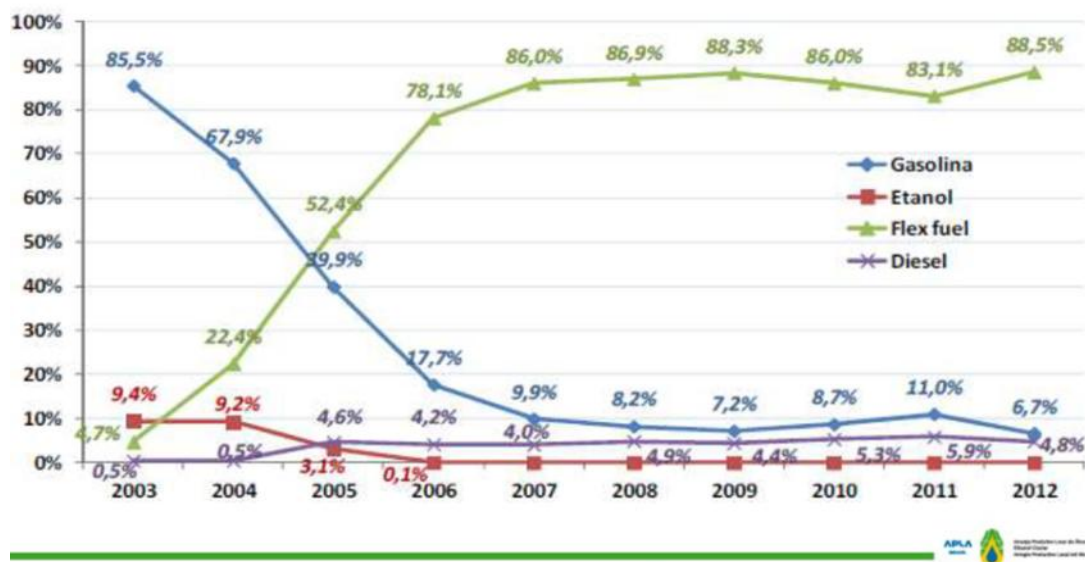
embargo se ha demostrado por medio de diversos estudios científicos, que la adición de etanol a la gasolina aumenta el rendimiento de los vehículos, debido a que funciona como oxigenante de la misma. Incluso vehículos de marcas como Jaguar, Ferrari y Porsche, sobre los cuales la inquietud era aun mayor, han tenido un desempeño exitoso con este tipo de combustible.

Como resultado de los hechos explicados anteriormente, el parque vehicular en Brasil ha presentado cambios significativos, aumentando la participación de los vehículos Flex-Fuel y disminuyendo las ventas de vehículos de gasolina y diesel, tal como se muestra en la siguiente gráfica. En su mercado hoy en día se comercian alrededor de 100 modelos Flex-Fuel fabricados por 16 diferentes marcas como BMW, Ford, Fiat, Citroën, Volkswagen, entre otras.



Gráfica No. 1 Participación de ventas de vehículos en Brasil

### Participación de la venta de Autos Flex



Fuente: Conferencia: Experiencia de Brasil en torno a los Biocombustible (APLA) Flavio Castelar

Con respecto al tema de la electricidad, Brasil posee una matriz energética diversificada que ha reducido considerablemente su dependencia al petróleo, siendo el 17.8% proveniente de la caña de azúcar. La capacidad total instalada para la producción de electricidad de cogeneración a través de la caña es de 7,914 MW y se espera que aumente a 10,000 MW para el 2016. A su vez es importante mencionar, que el 100% de los ingenios brasileños son auto-suficientes en términos de electricidad.

La estrategia planteada por Brasil actualmente, es la intensificación de su participación en los planes de cooperación internacional para el etanol en otros países, potenciales productores de etanol e interesados en la alternativa para producir biocombustibles como producto nacional. Estos planes poseen dos objetivos principales, el primero siendo la consolidación de un mercado global de comercio del etanol; por

medio del diálogo entre los productores y consumidores de biocombustibles así como un establecimiento de las normas técnicas y generales para promover el etanol como una mercancía financiera (commodity). Este objetivo se vincula con la meta de aumentar sus exportaciones hacia otras regiones, principalmente Europa y Asia, donde la producción del cultivo no es posible. El segundo objetivo es la formación de relaciones de cooperación para la expansión de la oferta mundial. Según sus estudios, más de 100 países (sobre todo en América Latina y África) poseen las condiciones necesarias para convertirse en productores de biocombustible a partir del cultivo de caña de azúcar, pero no cuentan con las instalaciones para la fabricación de etanol, mientras que solamente existen 20 países proveedores de petróleo para el mundo, hecho que fomenta la urgencia de una opción energética alternativa. Brasil coopera a nivel internacional incentivando por medio de su experiencia, inversiones externas, tecnología y cooperación en la formación de recursos humanos.

Otro aspecto innovador asumido por Brasil, es la creación de proyectos que comienzan a utilizar el etanol para la fabricación de productos como el "plástico verde". El cual se caracteriza por emplear materia prima 100% renovable, es reciclable, reduce la emisión de gases de efecto invernadero y propone un desarrollo sostenible para toda la cadena de producción. Hoy en día empresas como Nestlé y Coca-Cola en Brasil, lo están implementando en los envases de sus productos, como parte de su responsabilidad medio ambiental.

Entre los principales resultados de la producción de etanol se pueden resaltar los siguientes:

1. Disminución de la dependencia al petróleo, por ende deducción de la factura petrolera, cerca del 19% de los combustibles en Brasil hoy en día son renovables.
2. Producción de materia prima destinada para biocombustible, la cual provoca una asignación nueva y más rentable a los suelos.
3. Desarrollo de nuevos mercados de exportación.

4. Aumento en el índice de empleo, más de 720,000 empleos directos y 200,000 indirectos.
5. Reducción de las emisiones de efecto invernadero ocasionadas por el uso de combustible fósil.
6. Diversificación de la matriz energética, aproximadamente el 45% de la energía proveniente de fuentes renovables.

## B. Colombia

La experiencia colombiana respecto al etanol, se inició hace aproximadamente 8 años, como una respuesta viable ante la disminución de las reservas de petróleo del país y el incremento en la factura petrolera; la cual en los últimos 6 años aumentó un 605%, con importaciones de US\$913 millones en el 2007 a US\$6443 en el 2013.

Aún cuando la factura petrolera y las disminuciones de reservas de petróleo, fueron el principal incentivo para motivar el impulso de los biocombustibles en Colombia, la necesidad por diversificar la matriz energética (aspirando a volverse autosuficientes), la mejora del medio ambiente, el desarrollo del sector agrícola y la generación de empleo fueron otros de los motivos que jugaron un papel decisivo.

Los objetivos de la política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia (Consejo Nacional de Política Económica y Social – Conpes 3510), aprobados en el 2008 incluían incrementar la producción sostenible de biocombustibles, generación de empleo formal rural, convertirse en un país exportador de biocombustibles, diversificar la canasta energética del país y desempeñarse de manera sostenible medioambientalmente (Mateus, 2014).

En el año 2008 iniciaron el uso de etanol en su gasolina, produciendo e implementado E8 en la mayoría del país y E10 en 3 regiones. La producción paso de 255.58 mil litros de etanol anhidro en el 2008 a 389.76 mil en el 2013.

Los beneficios que ha experimentado el país, fueron analizados y contabilizados en cuatro impactos principales.

*1. Impacto en la salud pública:* Existen diversos contaminantes producidos por los combustibles, los cuales producen afecciones al sistema respiratorio (asma, bronquitis, cáncer de pulmón), problemas cardiovasculares e incluso la muerte prematura (de acuerdo a la Organización mundial de la Salud). En Colombia se realizó un estudio que mide el impacto económico de los costos en salud pública como consecuencia de enfermedades y muertes prematuras ocasionadas por la emisión de gases contaminantes producidos por la gasolina, en el se indica que “los efectos atribuibles a la contaminación del aire urbano en Colombia son cerca de 5,000 muertes prematuras, cerca de 4,700 nuevos casos de bronquitis crónica por año y un costo anual estimado en Colombia de aproximadamente \$5,700,000 millones de pesos (\$2850 millones US) o 1.1% del PIB en 2009. Este costo derivado de la atención médica y muerte prematura ocasionadas por la contaminación del aire debido a las partículas toxicas liberadas por los vehículos” (Mateus, 2014). El uso de biocombustibles disminuye la emisión de gases de efecto invernadero permitiendo así un “costo evitado en salud pública” para el país, el cual en 2013 fue de US\$56.29 millones en base en un estudio del Banco Mundial.

*2. Impacto en el ambiente:* La emisión de gases de efecto invernadero se reduce considerablemente cuando se utiliza alcohol. Un estudio realizado en Colombia por el consorcio CUE, integrado por “The Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology” (EMPA) de Suiza, el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales de Medellín (CNMPL) y la Universidad Pontificia Bolivariana (sede Medellín), muestra que el etanol colombiano reduce en, al menos, un 74% las emisiones de Gases de efecto invernadero.

3. *Impacto social:* estudios estiman que, dentro de la industria en la cual se produce etanol, se generan más de 22 mil empleados formales debido a su fabricación, principalmente en el área rural y en regiones de pobreza.

4. *Impacto estratégico:* Como se mencionó anteriormente, las reservas de petróleo en Colombia se están agotando rápidamente, los biocombustibles representan una fuente que permite mantener las reservas y asegurar la independencia energética, mientras aporta al presupuesto del país y a su desarrollo.

### C. Panamá

La historia del etanol en Panamá inició en la década de los ochenta, como resultado de la caída del precio del azúcar. Esto incentivó algunos ingenios locales a realizar un estudio sobre la factibilidad de fabricar etanol con el fin de sustituir las importaciones de combustible derivados del petróleo. A lo largo de los años la idea fue presentada a diferentes administraciones presidenciales, en el 2006 se hablaba acerca de la matriz energética del país y de la posibilidad de modificarla utilizando otras fuentes renovables de energía.

En el 2011 se creó la ley 42 que establece lineamientos para la política nacional sobre biocombustibles y energía eléctrica a partir de biomasa en el territorio del país. Dicha ley tuvo una reforma en marzo de 2013 y entró en vigencia a partir del 1 de septiembre del mismo año, estableciendo como obligatoria la adición de etanol anhidro (de origen doméstico) a una tasa de 5% a la gasolina de 91 y 95 octanos de ciertas regiones del país (en la provincia de Panamá, al norte con el Río Chagres, al este con el área de la 24 de diciembre y al oeste con el distrito de La Chorrera) por contar con estaciones de servicio más modernas y que requieren menos cambios para la implementación de bioetanol anhidro. Asimismo indica que en abril de 2014 el porcentaje se implementará la tasa de 5% en todo el territorio nacional, con un incremento de 7% para el 1 de abril de 2015 y en 1 de abril de 2016 a un 10%.

A su vez este porcentaje podrá ser aumentado en base a los avances tecnológicos del país en la materia, y deberán ser aprobados por la Secretaría Nacional de Energía quien a su vez tiene la misión de desarrollar e impulsar programas que promuevan la implementación de biocombustible en todo el país.

Se estableció adicionalmente diversas exoneraciones (como incentivo) para las empresas que participen en el proceso de producción de etanol. En los artículos de la ley se indica que dichas empresas estarán exentas del impuesto sobre la renta, pago de licencia industrial y comercial, impuestos y tasas municipales y todo tipo de impuestos de importación correspondientes a la compra de maquinaria y equipo necesario para dicho proceso, todo esto durante un período de 10 años.

La ley también se aplica a la utilización de biodiesel y biogás, y promueve la generación de energía eléctrica a partir de los residuos generados por la producción de biocombustibles.

Actualmente en el país se consumen alrededor de 234 millones de galones de gasolina al año, por lo tanto para cubrir la demanda de E10, se necesitaría producir alrededor de 24 millones de galones de etanol anualmente. Las condiciones e infraestructura en el país requerirían para ello, la siembra de aproximadamente 20,000 hectáreas de caña de azúcar (el doble del cultivo existente) lo que esperan generaría 8000 empleos nuevos.

Hoy en día, gracias a la implementación de etanol que ya poseen, se han dejado de consumir 355 millones de litros de gasolina y se han evitado emisiones que ascienden a 221 mil toneladas de dióxido de carbono.

Al día de hoy, solamente una empresa ha obtenido el permiso para comercializar etanol dentro del país. Sin embargo una segunda, está tramitando actualmente la

licencia para producir etanol anhidro utilizando como materia prima la yuca. En el futuro, tal como se indica en la ley 42, el porcentaje obligatorio a utilizar de etanol irá aumentando progresivamente. Al igual que el crecimiento y expansión de dicha industria.

#### D. Paraguay

Paraguay importa el 100% de la gasolina consumida en el país debido a que no cuenta con depósitos naturales para abastecerse. La motivación y desarrollo para la producción de etanol como reemplazo del combustible fósil, surgió de dicha situación. Aun hoy en día, luego de utilizar cierto porcentaje de etanol en el parque vehicular en circulación, el país destina US\$300 millones al año en la importación de combustible fósil.

Paraguay cuenta con las condiciones climáticas, de suelo, de tierra, experiencia y mano de obra para cosechar una gran variedad de cultivos aptos para la obtención de etanol, como la caña de azúcar, el maíz, el sorgo y la mandioca. Los cuales poseen una larga trayectoria de producción y podrían fortalecerse aún más, bajo las condiciones adecuadas. El cultivo principal para la obtención de etanol ha sido la caña de azúcar y los ingenios azucareros han generado inversiones fuertes para la fabricación y comercialización del producto. En el 2006, el 33% de la caña de azúcar cosechada se destinó a la producción de etanol, la cual fue de alrededor de 45 millones de litros proveniente de distintos ingenios azucareros estatales y privados. De esta cantidad, la mayoría es consumida internamente y la producción existente aún no es suficiente para exportar cantidades significativas, sin embargo es uno de los objetivos que espera cumplir.

La mezcla de gasolina con etanol para su uso comercial inició, bajo un marco legal, a partir de 1999, cuando se expendían dos tipos de combustible: 85 octanos con

24% de etanol y 95 octanos con 18% de etanol. Estos porcentajes han ido variando a lo largo de los años, según las resoluciones de ley que ha emitido el gobierno. Actualmente expendan gasolina con un máximo de 24% sin llegar y/o sobrepasar el 25%. En Paraguay, el 35% de los vehículos utilizan gasolina o gasolina con etanol, mientras que el 65% utiliza diesel.

Los automóviles "Flex-Fuel" cuya importación está exenta de impuestos, comenzaron a comercializarse en Paraguay a partir del año 2008, principalmente por los importadores existentes pero también por particulares que introdujeron estos vehículos para su uso personal. A su vez también se presentan los módulos "Kit Flex", los cuales al ser instalados en el automóvil permiten adicionar cualquier proporción de etanol (esto para vehículos que no vienen habilitados de fábrica para utilizar etanol en cualquier proporción). De acuerdo al reporte GAIN de USDA Foreign Agricultural Service, alrededor de un 25% de los vehículos en Paraguay entran dentro de la categoría Flex-fuel y se espera que el consumo de E85 aumente a 16 millones de litros el próximo año.

En el presente, el gobierno está trabajando en la creación de leyes e incentivos fiscales para la producción de etanol así como para la importación de vehículos fabricados para utilizar biocombustible en cualquier proporción. A su vez el Ministerio de Agricultura y ganadería, junto con otras instituciones están llevando a cabo investigaciones con el objetivo de mejorar la producción de la caña de azúcar, para aumentar la producción tanto para el consumo interno como para la exportación. Según el reporte GAIN, para diciembre de este año se espera que la producción alcance los 190 millones de litros de etanol.



## E. Costa Rica

La experiencia de Costa Rica inició en el año 2006, cuando se creó un plan piloto para la mezcla de gasolina con etanol anhidro en la región Pacífico Central y en la provincia de Guanacaste. Como consecuencia del éxito del proyecto, se estableció el programa nacional de uso de etanol con mezclas E5 y E8, que se produce en dos plantas destiladoras, de los ingenios Taboga y Tempisque y una planta de deshidratación parte de la Liga Agrícola Industrial de la Caña. En el 2008 Costa Rica exportó 37.5 millones de galones de etanol a Estados Unidos. De acuerdo al informe Caribbean Ethanol producers, existe una inversión de alrededor de US\$ 30 millones en la industria de la fabricación de etanol y más de 12,000 granjas se benefician de dicha industria.

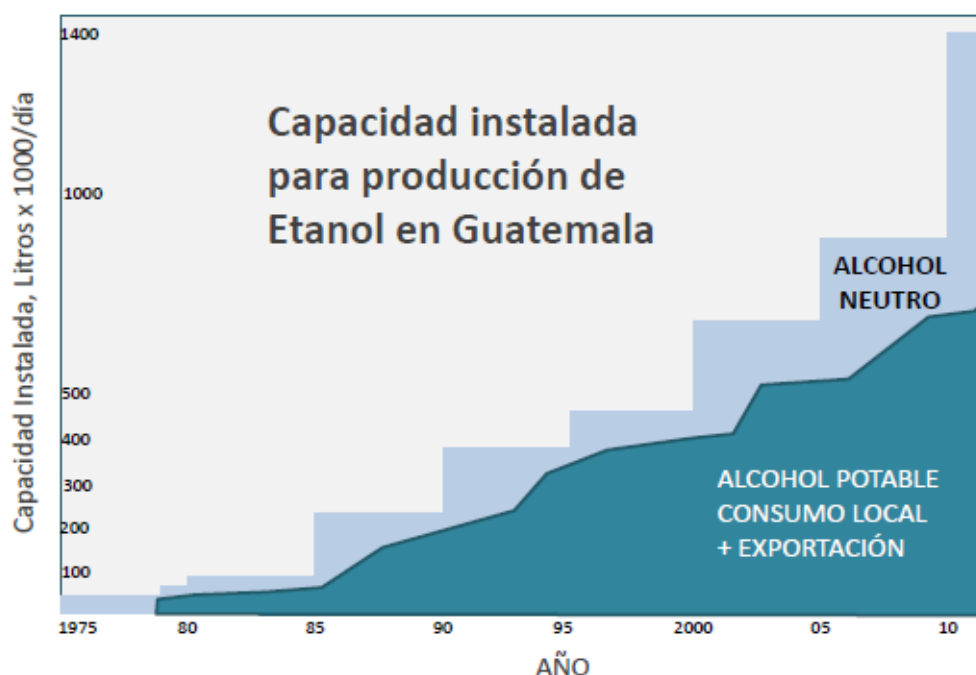
Gracias al Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos (CAFTA-DR por sus siglas en inglés), Costa Rica exporta a Estados Unidos, anualmente 31 millones de galones de etanol deshidratado con una exoneración del 100% de los aranceles de entrada (sin embargo el 1 de abril Costa Rica activo el mecanismo de solución de controversias debido a un cambio en la cuota de etanol). Dicho monto equivale al 70% de la producción total del país, que se fabrica a base de caña de azúcar principalmente por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).

## F. Etanol en Guatemala

En Guatemala se inició la producción de etanol anhidro durante la década de los ochentas con una tasa de aproximadamente 7.5 millones de litros anuales, esta industria ha ido creciendo de tal forma que en el 2011 la capacidad se encontraba en 200 millones de litros anuales producidos a partir de la melaza (en la sección Apéndice, Gráfica No.15, se muestra el proceso de producción del alcohol de caña de azúcar) por cuatro destilerías: Pantaleon (Bioetanol), Magdalena & Madre Tierra (Alcoholes Mag), Servicios

Manufactureros y DARSA. En la siguiente gráfica se muestra la producción anual que se ha observado en el país desde sus inicios.

Gráfica No.2 Capacidad instalada para producción de Etanol en Guatemala



Fuente: "Producción de Etanol en Guatemala". Rodolfo Espinosa Smith.

Guatemala es el país con el mayor potencial como productor de biocombustible en Centroamérica debido a las altas tasas de azúcar y aceite de palma que exporta. A nivel regional es el país número uno en producción de caña de azúcar y el quinto a nivel mundial.

Actualmente, la mayoría de la producción de etanol es destinada a la exportación principalmente a Estados Unidos y Europa, pero se cuenta con la capacidad suficiente para suplir la demanda de E10, si ésta se implementara en Guatemala.

Es importante mencionar que a pesar de que el azúcar forma parte de la canasta básica del país, la fabricación de etanol no representa un riesgo para la seguridad

alimentaria puesto que en Guatemala se obtiene a partir de melaza, la cual es un subproducto del proceso de caña de azúcar. Sin embargo sería necesario establecer limitaciones del área de cultivo dedicadas a la caña de azúcar, definiendo áreas de cultivo dedicadas a productos como el maíz y frijol los cuales son base de la dieta alimentaria de la mayoría de la población en el país.

Desde 1985 existe un decreto llamado Ley de Alcohol Carburante, la cual tiene por objeto "normar las actividades relacionadas con la producción, almacenamiento, manejo, uso, transporte y comercialización del alcohol carburante y su mezcla"<sup>5</sup>; ley aplicable en toda la República de Guatemala. Sin embargo esta ley es inoperante debido a la falta de impulso por parte de los diferentes actores involucrados.

El Metil-Ter-Butil-Eter (MTBE) (generalmente compone un 15% del volumen de la gasolina) es un componente utilizado para oxigenar la gasolina, tóxico para la salud y un gran contaminante de agua, razones por las cuales ha sido prohibido su uso en diferentes naciones alrededor del mundo. Actualmente forma parte de la gasolina que se importa a Guatemala, es por esto que como parte de la reforma del decreto 17-85 se busca reemplazar el MTBE por etanol, convirtiendo la gasolina en un producto menos dañino para el medio ambiente y la salud.

---

<sup>5</sup> (Decreto de Ley 17-85 "Ley del Alcohol Carburante", 1985)

G. Cuadro comparativo del tipo de combustible y porcentaje de etanol utilizado en países de América Latina

| <b>PAIS</b> | <b>PORCENTAJE DE ETANOL ADICIONADO A LA GASOLINA OBLIGATORIAMENTE</b> | <b>OCTANAJE DE GASOLINA</b>                         | <b>TIPO DE ETANOL</b> | <b>FUENTE PRINCIPAL</b>               |
|-------------|---|---|-----------------------|---------------------------------------|
| Guatemala   | -   | 87 y 93 octanos (es decir regular y superior)       | Anhidro               | Caña de azúcar                        |
| Brasil      | E20 A E25 (anhidro)   | Mínimo 87 octanos (anhidro) mayor a 110 (hidratado) | Anhidro e Hidratado   | Caña de azúcar                        |
| Paraguay    | Entre 18-24%  | 87-95 octanos                                       | Anhidro               | Caña de azúcar, arrocillo y mandioca. |
| Panamá      | E5  | 91- 95 octanos                                      | Anhidro               | Caña de azúcar                        |
| Colombia    | E8 y E10  | Mínimo 87 octanos                                   | Anhidro               |                                       |
| Costa Rica  | E5 y E8   | Mínimo 87 octanos                                   | Anhidro               | Caña de azúcar                        |

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada y explicada en los incisos anteriores acerca de la experiencia de los países latinoamericanos.

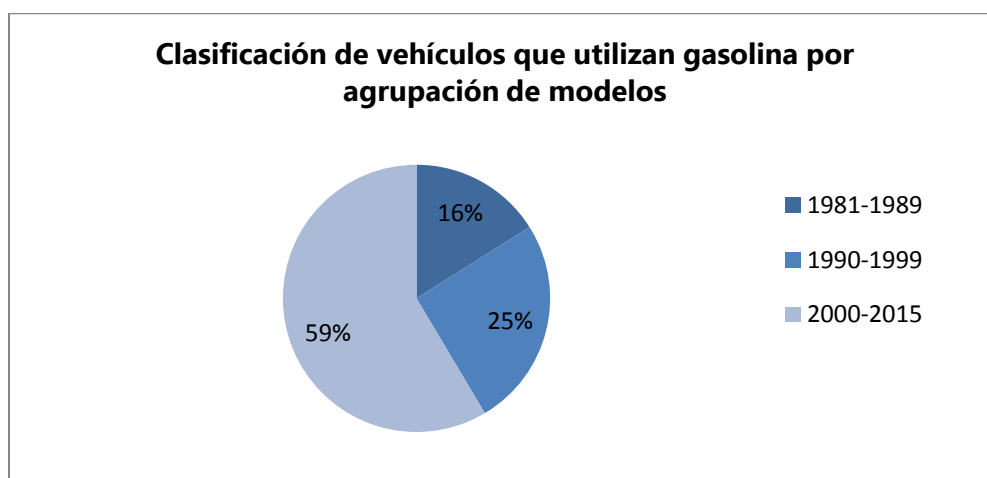
## VI. CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE VEHICULAR EN GUATEMALA

### A. Composición del parque vehicular que utiliza gasolina

El tamaño del parque vehicular de Guatemala, a febrero de 2014 es de 2,574,708 vehículos. El objetivo de estudio de esta investigación se concentra en la gasolina, por lo tanto la población de vehículos que utiliza dicho combustible es de 2,209,270. Entre estos, el 39% de vehículos corresponde a motocicletas, cuatrimotos y trimotos, y un 61% a automóviles, camionetas, pick-ups, entre otros.

Al clasificar la población por modelo, podemos observar en la siguiente gráfica, que el 59% de la población vehicular fue producida posterior al año 2000, un 25% del año 1990 a 1999 y un 16% de 1981 a 1989. Mostrando que la mayor parte de los vehículos fueron fabricados en los últimos 14 años.

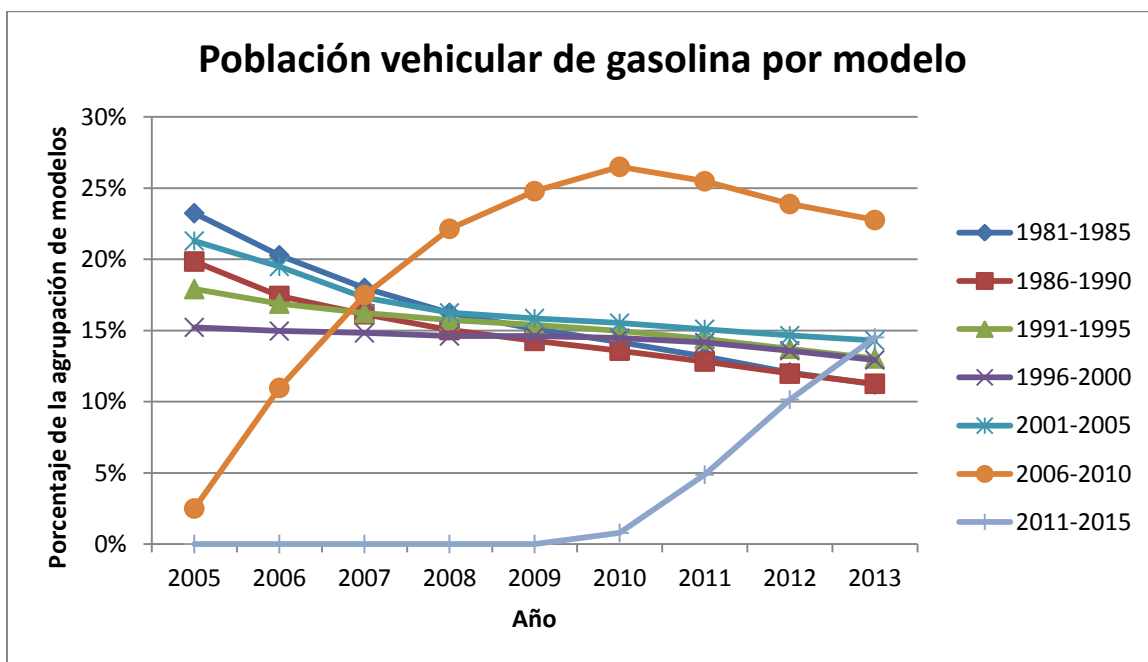
Gráfica No. 3 Clasificación de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos



Fuente: Elaboración propia a partir de documento "INE PARQUE VEHICULAR 180214"

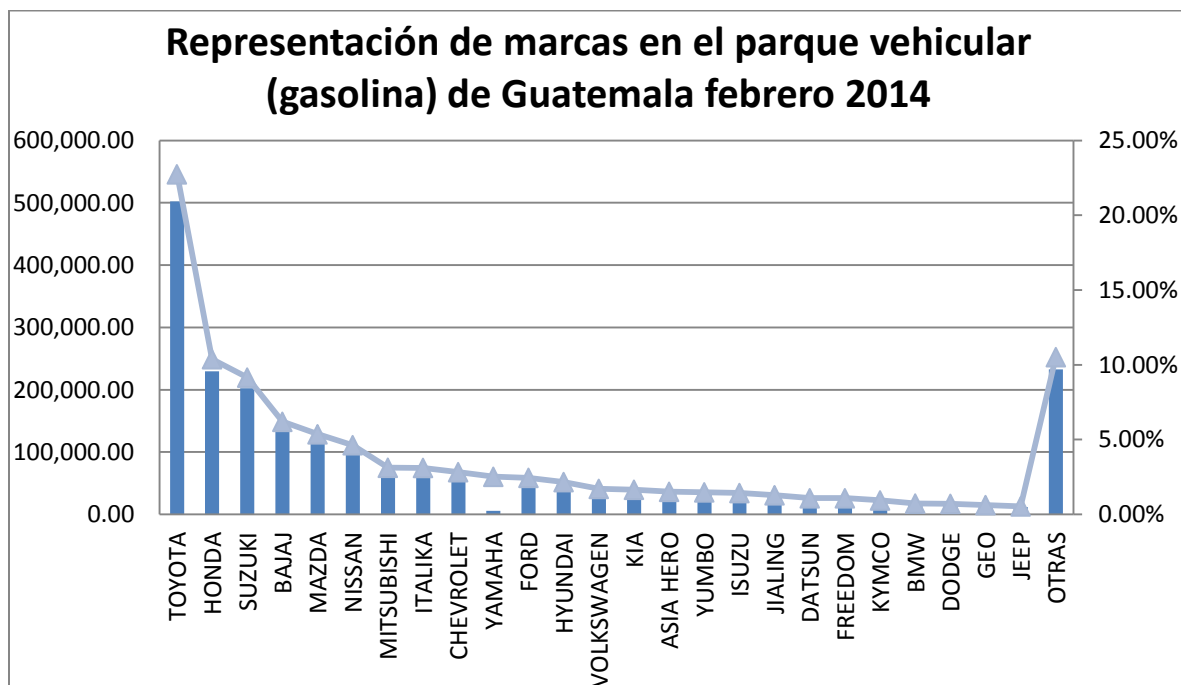
A continuación se presenta la evolución que han presentado los modelos en la población vehicular, desde 2005 a 2013. Mostrando que la población cambia conforme a los años, dejando de utilizarse los modelos antiguos y aumentando la cantidad de modelos actualizados.

Gráfica No. 4 Evolución de la proporción de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos



La siguiente gráfica muestra las marcas con mayor porcentaje dentro de la población total de vehículos que operan con gasolina, se puede ver que Toyota posee el liderazgo con 23% de la población, luego sigue Honda con 10% y Suzuki con 9%.

Gráfica No. 5 Representación de marcas en el parque vehicular (gasolina) de Guatemala  
2014

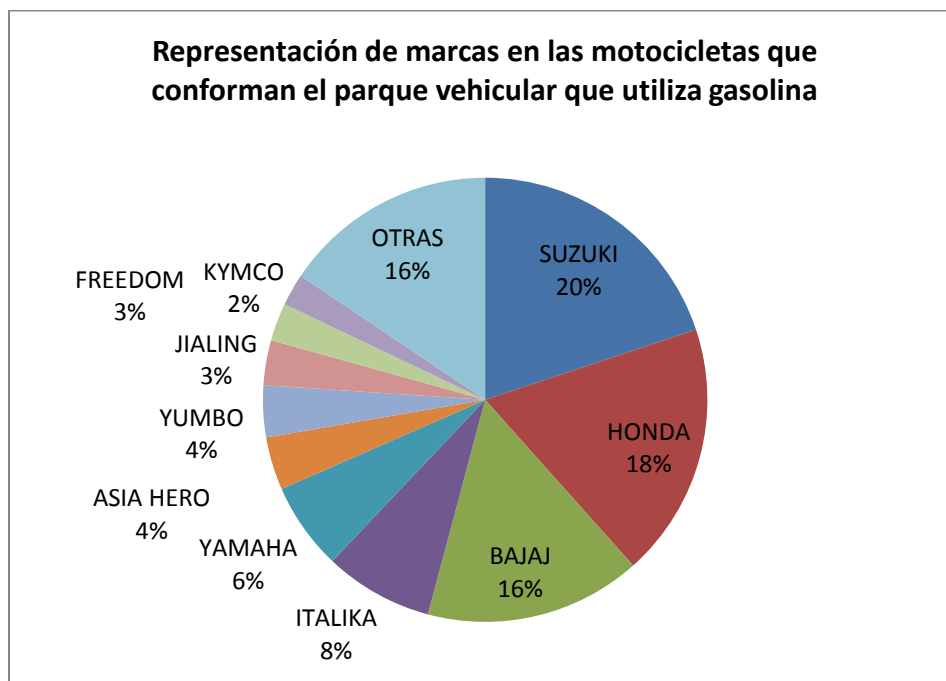


Fuente: Elaboración propia a partir de documento "INE PARQUE VEHICULAR 180214"

También se realizó una clasificación por marcas de automóviles (excluyendo a las motocicletas, cuatrimotos y trimotos representadas en la Gráfica No.5.), los cuales se muestran en la Gráfica No.7, aquí se muestra que la marca con mayor porcentaje de presencia en la población vehicular que funciona con gasolina es Toyota (37.49%), seguida por Mazda (8.84%), (Nissan (7.64%) y Mitsubishi (5.15%).

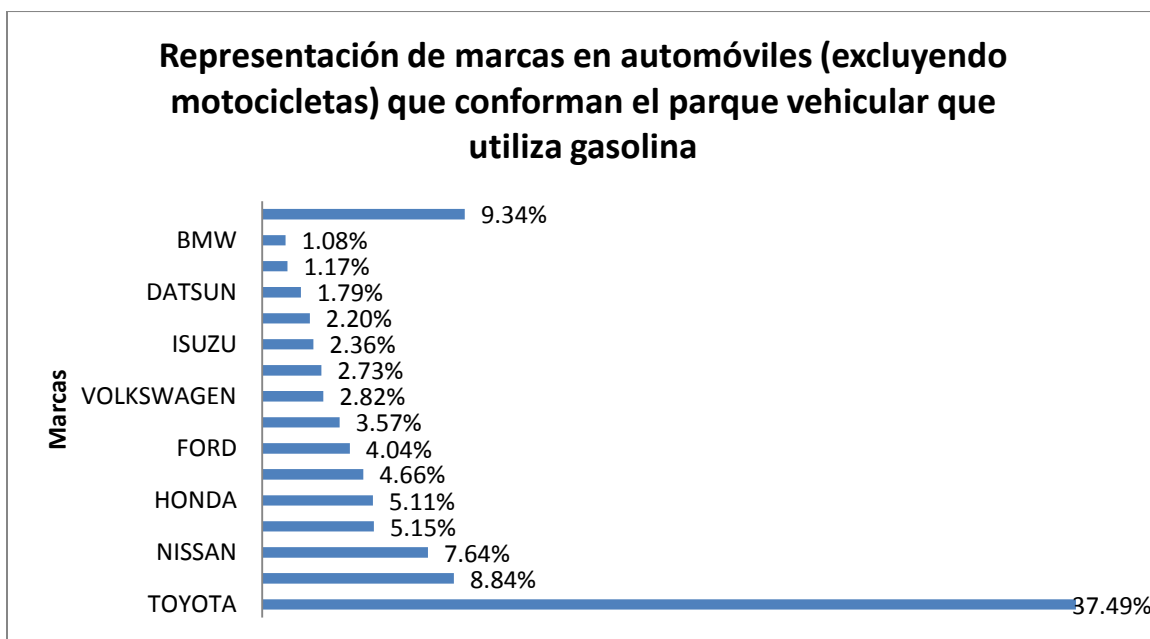
Se clasificó a la población vehicular por marcas de motocicletas, las cuales se encuentran en la Gráfica No.6, en donde se evidencia el porcentaje de motocicletas, cuatrimotos y trimotos de cada marca. Se puede observar que las tres marcas más vendidas son Suzuki (20%), Honda (18%) y Bajaj (16%).

Gráfica No. 6 Representación de marcas en las motocicletas que conforman el parque vehicular que utiliza gasolina



Fuente: Elaboración propia a partir de documento "INE PARQUE VEHICULAR 180214"

Gráfica No. 7 Representación de marcas en automóviles (excluyendo motocicletas) que conforman el parque vehicular que utiliza gasolina



Fuente: Elaboración propia a partir de documento "INE PARQUE VEHICULAR 180214"



## B. Metodología para el análisis de población que puede utilizar etanol y el grado de octanaje que requiere

De acuerdo a los registros del parque vehicular que posee la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), a febrero de 2014 circulan 2,574,708 vehículos. Con el objetivo de realizar un análisis estadístico representativo, se solicitó a la Unidad de Información Pública de la SAT, un documento detallado del parque vehicular (que contiene todos los elementos de la población). El archivo proporcionado está tabulado de forma que presenta la siguiente información: año alza, mes, departamento y municipio en el que circula el vehículo, línea de vehículo, marca, modelo, tipo, uso, tipo de combustible y la cantidad de vehículos que cumplen con estas características. (Ver Tabla No.21 en la sección Apéndice en donde se muestra un ejemplo). Este documento fue utilizado como marco muestral.

De este listado, se eliminaron las variables innecesarias para el estudio, tales como el año de alza, mes, departamento, municipio y uso. Las variables restantes serán necesarias para identificar el manual de los vehículos y con ellos obtener el porcentaje de etanol y el octanaje de gasolina que el fabricante aconseja utilizar. Posteriormente se eliminaron los vehículos que emplean un combustible distinto a la gasolina, por lo que el marco muestral contendrá 2,209,270 vehículos.

Para realizar el análisis del tipo de combustible requerido por los automóviles así como si el fabricante recomienda el uso de etanol al 10%, de forma que no sea necesario realizar modificaciones al vehículo y éste funcione en óptimas condiciones, se realizaron dos tipos de estudios estadísticos. El primero fue un muestreo por cuota y el segundo fue probabilístico, aleatorio simple.

Para obtener el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula mostrada a continuación, obteniendo un resultado de 196 casos.

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2pq}{d^2(N-1) + Z_{\alpha}^2pq} = \frac{2,121,782.91}{10,826.3785} = 195.98$$

En donde N es el tamaño total de la población de automóviles que utiliza gasolina, Z tiene un valor de 1.96 puesto que se trabajó con un 95% de grado de confianza y un error de 7%. Se determinó este porcentaje por tres razones principales, primero debido a que en diversos estudios se utilizan porcentajes entre 5% y 10% los cuales son considerados como aceptables, un promedio entre ambos es 7.5% por lo que se tomó el 7%. Segundo, el tiempo aproximado necesario para localizar el manual del vehículo y obtener la información necesaria de él, es de aproximadamente 30 minutos; utilizar un error de 5% o 6% requeriría una muestra de 384 o 267 casos respectivamente, por cuestiones de tiempo necesarias para realizar dicho informe, se considero 7% como un porcentaje adecuado.

Luego, dado que se desconoce la probabilidad de ocurrencia de la característica investigada, se emplea un 50% de probabilidad de que el fabricante recomiende utilizar etanol en un 10% del combustible, y 50% en contra.

Como primer análisis se utilizó a toda la población vehicular operada por gasolina, es decir 2,209,270 vehículos, dividiéndola en 25 grupos representativos por medio de la marca, debido a que dichas marcas abarcan el 89.48% de la población total de vehículos que funcionan con gasolina.

Posteriormente se calculó el número de casos a seleccionar en cada marca, en base a la frecuencia con que se presentan en la población. Dicha tabla se encuentra en la sección Apéndice, Tabla No.22 Unidades de muestra por marcas representativas.

Consecutivamente, dentro de cada grupo, se eligió cada caso al azar y se procedió a investigar el grado de octanaje mínimo que requiere el vehículo y el nivel de etanol que se recomienda, sin modificaciones al vehículo, para funcionar en condiciones óptimas.

Como segundo estudio, el método para seleccionar la muestra fue probabilístico, aleatorio simple. Se decidió excluir a las motocicletas, trimotos y cuatrimotos, debido a que el uso de etanol no es recomendado por las empresas de manufactura (en base al primer análisis). Por lo tanto la población utilizada fue 1,340,234, utilizando la siguiente fórmula y los mismos criterios que en el caso anterior, en la elección del margen de error, se obtuvo un tamaño de muestra de 204.04, por lo que se trabajaron 204 vehículos diferentes.

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D + pq} = 204.04 \quad \text{donde} \quad D = \frac{B^2}{4} = \frac{0.07^2}{4}$$

### C. Resultados

Los resultados del primer análisis indican que en el 61.42% de la muestra, los fabricantes de dichos vehículos recomiendan utilizar E10 como combustible sin realizar ninguna modificación al diseño original, a su vez los fabricantes de dichos vehículos promueven su uso como parte de la política medio ambiental que posee tanto la empresa como los diferentes países en los que operan. Los vehículos que no lo recomiendan (12.18%) o en los cuales no existe información al respecto (26.40%), son en su mayoría motocicletas y modelos previos a 1986, al igual que algunos modelos de marcas como Nissan que comenzaron a fabricar motores que aceptan E10 hasta años posteriores a 2000 o Mazda que solamente lo acepta en ciertas líneas específicas. En general, la mayoría de las empresas aprueban el uso de E10 siempre que se cumplan los requisitos de octanaje y el automóvil funcione con un motor de inyección. Los resultados

detallados del primer estudio se encuentran en la sección de Anexos, Tabla No.23 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo por cuota. Adicionalmente se realizó una tabla resumen de la Tabla No.23 que contiene la clasificación de automóviles cuyo manual promueve el uso de E10 (Tabla No.25).

En dicha tabla están representadas las principales marcas de motocicletas que circulan en el país, las cuales comprenden el 85% de la población de motocicletas (en orden de frecuencia), Suzuki, Honda, Bajaj, Italika, Yamaha, Asia Hero, Yumbo, Jialing, Freedom y Kymco. Todas estas marcas de motocicletas, cuatrimotos y trimotos indican que es posible utilizar gasolina con etanol (como aditivo), pero de encontrar problemas se debería detener su uso, es por esto que se realizó el segundo análisis, en donde no se incluye esta parte de la población vehicular que opera con gasolina.

El segundo análisis entrega el siguiente resultado, en el 65.2% de los vehículos el uso de combustible E10 es aprobado y promovido, un 0.49% aprueba hasta un 5% de etanol y en 10.29% de los automóviles el manual de fabricante no posee información al respecto o indica que, como parte de la gasolina pueden existir aditivos oxigenantes (generalmente MTBE hasta un 15%) y este tipo de gasolinas pueden utilizarse, pero de presentarse problemas recomienda no utilizarlas. Los porcentajes anteriores se calcularon con un error de  $\pm 7\%$ . Debido a que este análisis se realizó excluyendo las motocicletas, trimotos y que el porcentaje de automóviles cuyo fabricantes promueven el uso de etanol es de 65.2%, el porcentaje resultante sobre el parque total de vehículos que utilizan gasolina (2,209,270) da como resultado un 40%. Sobre este porcentaje se realizara el análisis de impacto financiero. Los resultados detallados del segundo análisis estadístico se encuentran en la sección Apéndice, Tabla No.24 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo aleatorio simple.

## **VII. POTENCIAL IMPACTO FINANCIERO EN GUATEMALA**

El potencial impacto financiero de implementar el uso de etanol en Guatemala se calculó sobre cuatro aspectos principales:

1. Disminución en la factura petrolera, lo que a su vez implica ahorro de divisas.
2. Reducción en la recaudación fiscal.
3. Emisiones evitadas de dióxido de carbono y el impacto que estas podrían tener si el país emitiera bonos de carbono.
4. Estimación hipotética del precio por galón de E10 al consumidor final, en base a precios internacionales.

Para calcular estas cifras, se realizaron proyecciones del consumo de gasolina (regular y superior), del costo de importación de dichos derivados y dos de los impuestos que gravan la gasolina para los próximos cinco años, es decir 2014 a 2018. También se proyectó el monto de litros de etanol necesarios para satisfacer la demanda hipotética para verificar si las instalaciones actuales poseen la capacidad de producción necesaria.

### **A. Información preliminar**

La información base utilizada para realizar las proyecciones y cálculos fue tomada de los registros del Ministerio de Energía y Minas.

En la Tabla No.2 se presenta el consumo anual de gasolina (regular y superior) en el año 2003 a 2013 y en la Tabla No.3 se muestra el costo de importación de dichos derivados, durante el mismo período de tiempo.

**Tabla No.2 Consumo anual de gasolina superior y regular (miles de barriles)**

| <i>Año</i>   | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Total</i> | 6,666.54    | 6,723.78    | 6,992.08    | 7,296.35    | 7,667.83    | 7,493.53    | 8,307.64    | 8,166.69    | 7,949.19    | 8,044.15    | 8,507.32    |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Gobierno de Guatemala. 2014. "Consumo de Petróleo y productos derivados de petróleo período 2003-2014"

**Tabla No.3 Costo de importación anual (millones US\$)**

| <i>Año</i>   | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Total</i> | 285.37      | 376.27      | 494.95      | 1,622.71    | 757.90      | 826.24      | 676.30      | 790.72      | 1,008.38    | 1,007.58    | 1,042.45    |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Gobierno de Guatemala. 2014. "Costo de las importaciones de Productos derivados de petróleo período 2003-2014"  
Millones de dólares de cada año.

Para calcular el impacto que tendría la implementación de etanol en la recaudación fiscal, se utilizó como base la tabla No.4, la cual muestra las fuentes de recaudación de ingresos tributarios del gobierno central. En ella se observa, que la gasolina está sujeta a dos tipos de impuestos decretados por el gobierno de Guatemala, los cuales no gravan al etanol, por lo cual se reduce la recaudación fiscal.

Dichos impuestos son el Impuesto al Valor Agregado (IVA) sobre importaciones y el Impuesto Sobre Distribución de Petróleo y Derivados (IDP). El primero se obtiene al calcular el precio CIF (Cost, Insurance and Freight por sus siglas en inglés, o Costo, seguro

y flete a puerto de destino) por la tasa única de 12%, el segundo es una cuota fija de Q7.40/galón de gasolina superior y Q7.60/galón de gasolina regular. Ambos impuestos se detallan en la Tabla No.5 y No.6 para el año 2003-2013.

**Tabla No.4 Recaudación de ingresos tributarios del gobierno central año 2013**

| DESCRIPCION DE IMPUESTOS  | 2013            |
|---|-----------------|
| <b>RECAUDACION TRIBUTARIA SAT</b>   | <b>47,377.2</b> |
| <b>IMPUESTOS DIRECTOS</b>   | <b>16,052.8</b> |
| <b>Impuesto Sobre la Renta</b>  | <b>12,775.4</b> |
| de Personas Jurídicas   | 11,477.0        |
| de Personas Individuales  | 1,246.1         |
| Impuesto Sobre Productos Financieros (Personas Jurídicas)                               | 52.2            |
| Impuesto Sobre Productos Financieros (Personas Individuales)                            | 0.0             |
| <b>Impuesto a Empresas Mercantiles y Agropecuarias</b>                                  | <b>2.7</b>      |
| <b>Impuesto de Solidaridad Extraordinario Y Temporal de Apoyo a los Acuerdos de Paz</b> | <b>20.6</b>     |
| <b>Impuesto de Solidaridad</b>  | <b>3,242.8</b>  |
| <b>Impuesto de Solidaridad, Extraordinario y Temporal</b>                               | <b>0.0</b>      |
| <b>Impuestos Sobre el Patrimonio</b>  | <b>11.5</b>     |
| Unico Sobre Inmuebles   | 1.1             |
| Sobre Transferencias del Patrimonio   | 10.4            |
| <b>IMPUESTOS INDIRECTOS</b>   | <b>31,324.4</b> |
| <b>Impuesto al Valor Agregado Doméstico</b>   | <b>10,404.8</b> |
| <b>Impuesto al Valor Agregado sobre Importaciones</b>                                   | <b>13,619.0</b> |
| <b>Derechos Arancelarios</b>  | <b>1,965.0</b>  |
| <b>Impuesto Sobre Timbres Fiscales y Papel Sellado</b>                                  | <b>429.6</b>    |
| <b>Impuesto Sobre Tabaco y sus Productos</b>  | <b>385.2</b>    |
| <b>Impuestos Sobre Distribución de Bebidas</b>  | <b>589.6</b>    |
| Sobre Distribución de Cerveza   | 217.1           |
| Sobre Distribución de Bebidas Alcohólicas y   | 78.5            |
| <i>continuación de columna anterior</i>   | 281.9           |

|   |                 |
|---|-----------------|
| Sobre Distribución de Bebidas Gaseosas, Isotónicas y Jugos              | 11.3            |
| Sobre Distribución de Vinos y Sidras                                    | 0.8             |
| Sobre Distribución de Bebidas (Otros)                                   | 0.8             |
| <b>Impuesto Sobre Distribución de Cemento</b>                           | <b>99.9</b>     |
| <b>Impuesto Sobre Primera Matricula</b>                                 | <b>694.1</b>    |
| <b>Impuesto Sobre Circulación de Vehículos</b>                          | <b>835.8</b>    |
| <b>Impuesto Sobre Distribución de Petróleo y Derivados</b>              | <b>2,297.5</b>  |
| Sobre Distribución de Gasolina Superior                                 | 993.1           |
| Sobre Distribución de Gasolina Regular                                  | 705.0           |
| Sobre Distribución de Diesel y Gas Oil                                  | 561.2           |
| Sobre Distribución de Fuel Oil (Bunker)                                 | -               |
| Sobre Distribución de Gasolina de Aviación                              | 3.8             |
| Sobre Distribución de Kerosina  | 8.0             |
| Sobre Distribución de Nafta   | -               |
| Sobre Distribución de Gas Licuado                                       | 24.6            |
| Sobre Distribución de Asfalto   | -               |
| Sobre Distribución de Petróleo Crudo                                    | 1.4             |
| Sobre Distribución de Otros Derivados del Petróleo                      | 0.2             |
| <b>Otros</b>  | <b>3.9</b>      |
| Sobre Transporte y Comunicaciones                                       | 3.4             |
| Sobre Explotaciones Mineras   | -               |
| Otros Impuestos Indirectos  | 0.5             |
| <b>RECAUDACION TRIBUTARIA DE OTRAS INSTITUCIONES</b>                    | <b>1,089.1</b>  |
| <b>Regalías e Hidrocarburos Compartibles</b>                            | <b>849.3</b>    |
| <b>Salida del País.</b>   | <b>239.9</b>    |
| <b>TOTAL DE INGRESOS TRIBUTARIOS BRUTOS</b>                             | <b>48,466.3</b> |
| <b>PROVISIÓN PARA DEVOLUCIÓN DE CRÉDITO FISCAL Y AUTOACREDITAMIENTO</b> | <b>2,149.9</b>  |
| <b>TOTAL INGRESOS TRIBUTARIOS NETOS</b>                                 | <b>46,316.4</b> |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas "Histórico de recaudación anual".

**Tabla No.5 Monto recaudado por IDP de gasolina<sup>1</sup> y como porcentaje del PIB**

| <i>Año</i>                       | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Total (millones de Q)</i>     | 1,055       | 1,310       | 308         | 1,431       | 1,507       | 1,463       | 1,651       | 1,633       | 1,582       | 1,569       | 1,698       |
| <i>% PIB real</i>                | 0.61%       | 0.69%       | 0.15%       | 0.62%       | 0.58%       | 0.49%       | 0.54%       | 0.49%       | 0.43%       | 0.40%       | 0.40%       |
| <i>% PIB nominal<sup>2</sup></i> | 0.67%       | 0.81%       | 0.18%       | 0.81%       | 0.81%       | 0.76%       | 0.85%       | 0.82%       | 0.76%       | 0.73%       | 0.77%       |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Ministerio de energía y minas. Millones de quetzales de cada año.

<sup>1</sup>Suma de gasolina regular y superior

<sup>2</sup>Banco de Guatemala, Base Nominal 2001

El Impuesto sobre la distribución de Petróleo y derivados (IDP) no estuvo vigente durante: el primer bimestre del año 2003 y el primer semestre del año 2005.

**Tabla No. 6 Monto recaudado por IVA de importación de gasolina<sup>1</sup> y en porcentaje del PIB**

| <i>Año</i>                       | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Total (millones de Q)</i>     | 194         | 254         | 320         | 1,317       | 489         | 515         | 435         | 509         | 609         | 634         | 633         |
| <i>% PIB real</i>                | 0.61%       | 0.69%       | 0.15%       | 0.62%       | 0.58%       | 0.49%       | 0.54%       | 0.49%       | 0.43%       | 0.40%       | 0.40%       |
| <i>% PIB nominal<sup>2</sup></i> | 0.17%       | 0.22%       | 0.27%       | 0.84%       | 0.37%       | 0.39%       | 0.34%       | 0.38%       | 0.45%       | 0.44%       | 0.44%       |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Ministerio de energía y minas. Cálculo estimado, millones de quetzales de cada año.

<sup>1</sup>Suma de gasolina regular y superior

<sup>2</sup>Banco de Guatemala, Base Nominal 2001



## B. Impacto en la factura petrolera y ahorro de divisas

Para realizar las proyecciones se utilizó el porcentaje obtenido en el segundo análisis estadístico, cuyo resultado indicó que el 40% ( $\pm 7\%$ ) del parque vehicular que opera con gasolina hasta febrero 2014, se recomienda utilizar etanol por parte de los fabricantes, con base a la información recopilada de los manuales de usuario. En vista de que la mezcla sería 10% de etanol para la gasolina que emplea el 40% de la población, la disminución resultante de importación de gasolina total sería 4% (lo cual en el año 2013 habría significado 340 miles de barriles de gasolina que se habrían dejado de importar, lo que equivale a una cifra de 41 millones de dólares que se habrían dejado de invertir para importar gasolina). Dicho porcentaje se utilizó para analizar el impacto mínimo posible.

La Tabla No.7 muestra dos proyecciones, la primera ejemplifica el costo que tendría la importación del cien por ciento del consumo de gasolina, y la segunda una reducción de 4% debido a la utilización de E10 para el 40% de los vehículos en circulación (tal como se explicó anteriormente). La tercera columna, es la sustracción de ambas columnas y muestra la disminución en la factura petrolera, la cual ejemplifica el ahorro en divisas que podría existir en los próximos 5 años, de implementar la utilización de etanol.

En la Gráfica No.8 se muestra el costo real de la importación de gasolina (superior y regular) anual de 2003 a 2013, su respectiva estimación ("estimación" se refiere a los datos pronosticados por el método de proyección para los datos reales de base, permite observar la precisión del método, respecto a los datos reales) y las dos proyecciones que aparecen en la Tabla No.7. Las siguientes gráficas y cálculos se mostrarán de la misma forma.

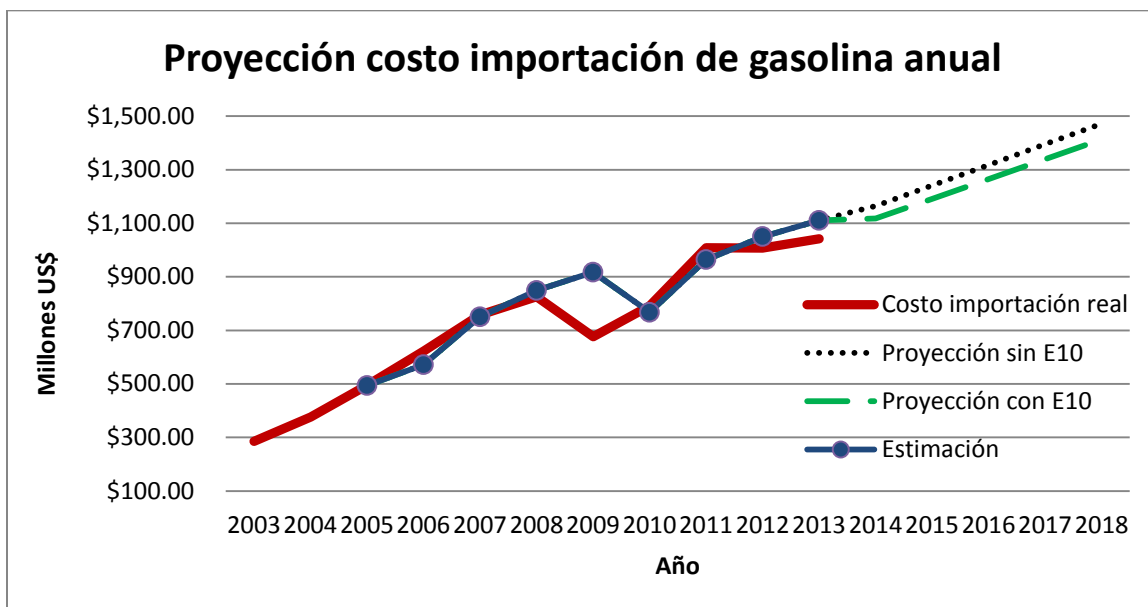
Esto representa el escenario inicial mínimo, puesto que la proporción de vehículos que puedan utilizar E10 manteniendo la garantía del fabricante, incrementara inevitablemente debido a que el parque vehicular cambia año con año (actualizándose cada vez más) y los automóviles que permiten este combustible están disponibles (en una gran mayoría de marcas) generalmente desde 1986. Adicionalmente en vista de los ejemplos de otros países, se espera que se introduzca un porcentaje significativo de vehículos "Flex-Fuel" al mercado guatemalteco (actualmente ya circulan algunos modelos), impulsados por la nueva opción de combustible.

**Tabla No.7 Proyección costo de importación de 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones US\$)**

| <i><b>Año</b></i> | <i><b>Proyección sin E10</b></i> | <i><b>Proyección con E10</b></i> | <i><b>Potencial ahorro de divisas</b></i> |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| <b>2014</b>       | 1164.13                          | 1117.57                          | 46.57                                     |
| <b>2015</b>       | 1241.03                          | 1191.38                          | 49.64                                     |
| <b>2016</b>       | 1317.92                          | 1265.20                          | 52.72                                     |
| <b>2017</b>       | 1394.81                          | 1339.02                          | 55.79                                     |
| <b>2018</b>       | 1471.70                          | 1412.84                          | 58.87                                     |

Fuente: Elaboración propia con base a proyección. Millones de dólares de cada año

Gráfica No.8 Costo importación total de gasolina (millones US\$)



### C. Reducción en la recaudación fiscal

En las Tablas No.8 y No.9 se evidencia la reducción de impuestos, los cuales al mismo tiempo significan una reducción en la factura al consumidor final, puesto que la estructura actual del precio de la gasolina comercializada en Guatemala, incluye estos impuestos, sumados a los márgenes de utilidad del importador, del expendedor y por supuesto el precio CIF. Sin embargo, no se ha podido tomar en cuenta el impuesto que pagaría cada galón de etanol puesto que esto aún no ha sido definido con claridad; a pesar de ello, en base a la experiencia de otros países sumado al interés que existe por la promoción de combustibles renovables, los impuestos aplicados al etanol serían significativamente menores a los que gravan la gasolina actualmente.

**Tabla No.8 Monto hipotético recaudado por IDP de gasolina<sup>1</sup> (millones de quetzales) utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina**

| <i>Año</i>  | <i>Proyección sin E10</i> | <i>Proyección con E10</i> | <i>Disminución recaudación</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <b>2014</b> | 1680.00                   | 1612.80                   | 67.20                          |
| <b>2015</b> | 1703.02                   | 1634.90                   | 68.12                          |
| <b>2016</b> | 1726.04                   | 1657.00                   | 69.04                          |
| <b>2017</b> | 1749.06                   | 1679.10                   | 69.96                          |
| <b>2018</b> | 1772.08                   | 1701.19                   | 70.88                          |

Calculo estimado, millones de quetzales de cada año.

<sup>1</sup>Suma de gasolina regular y superior

**Gráfica No.9 Estimación y proyección de IDP sobre gasolina anual**

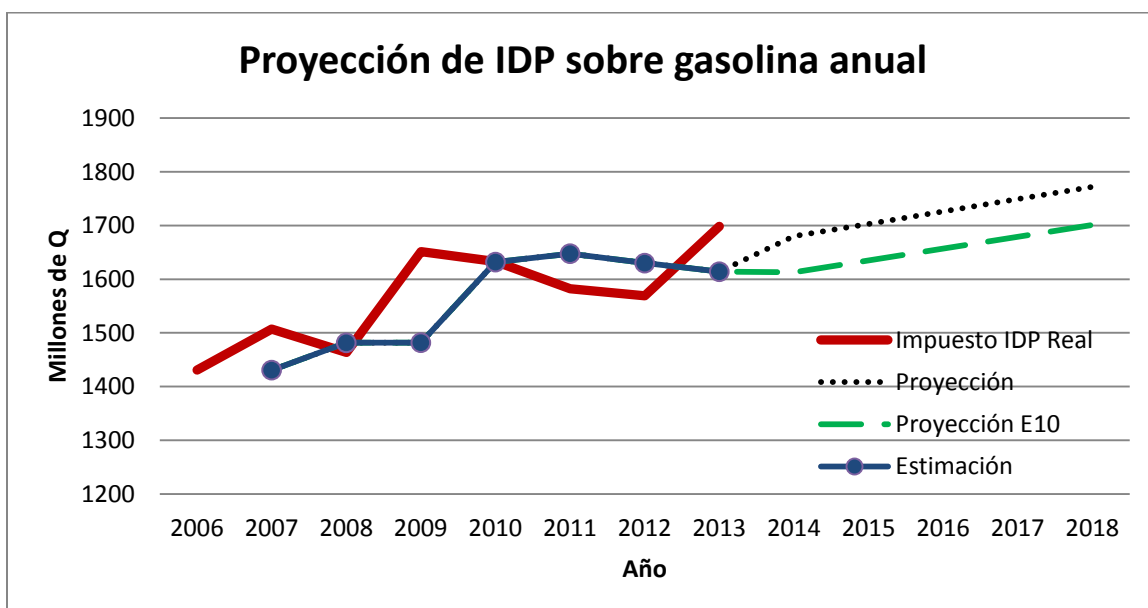
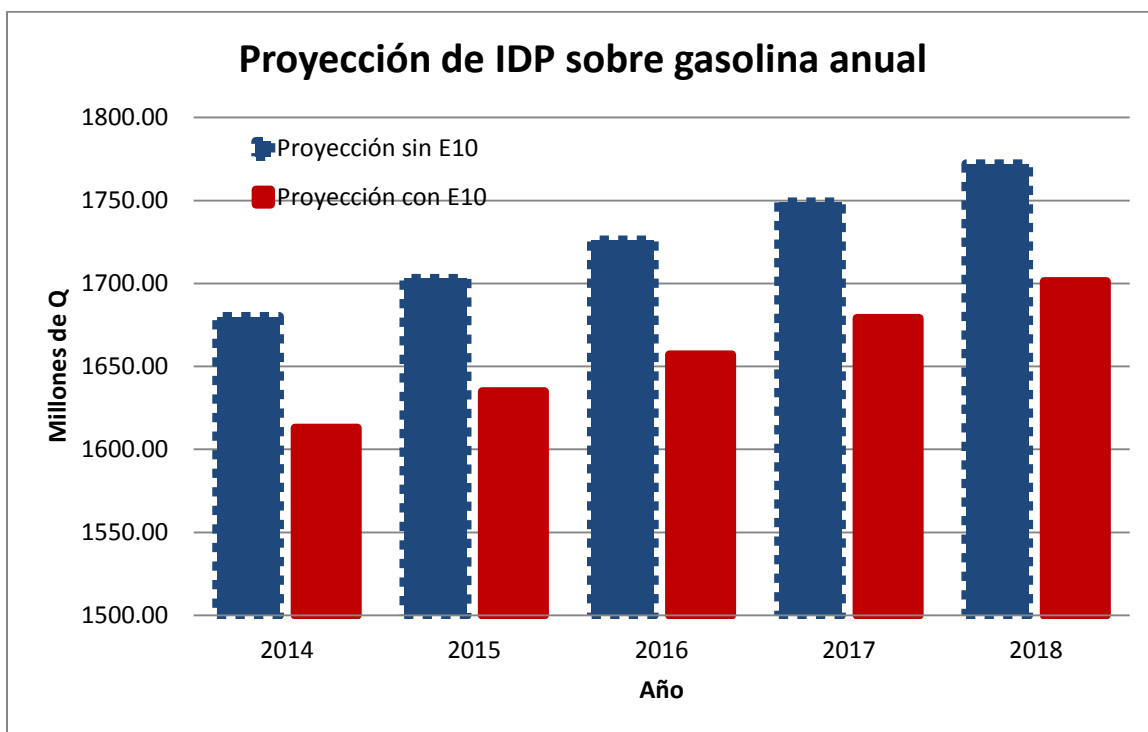


Gráfico No.10 Proyección de IDP sobre gasolina anual



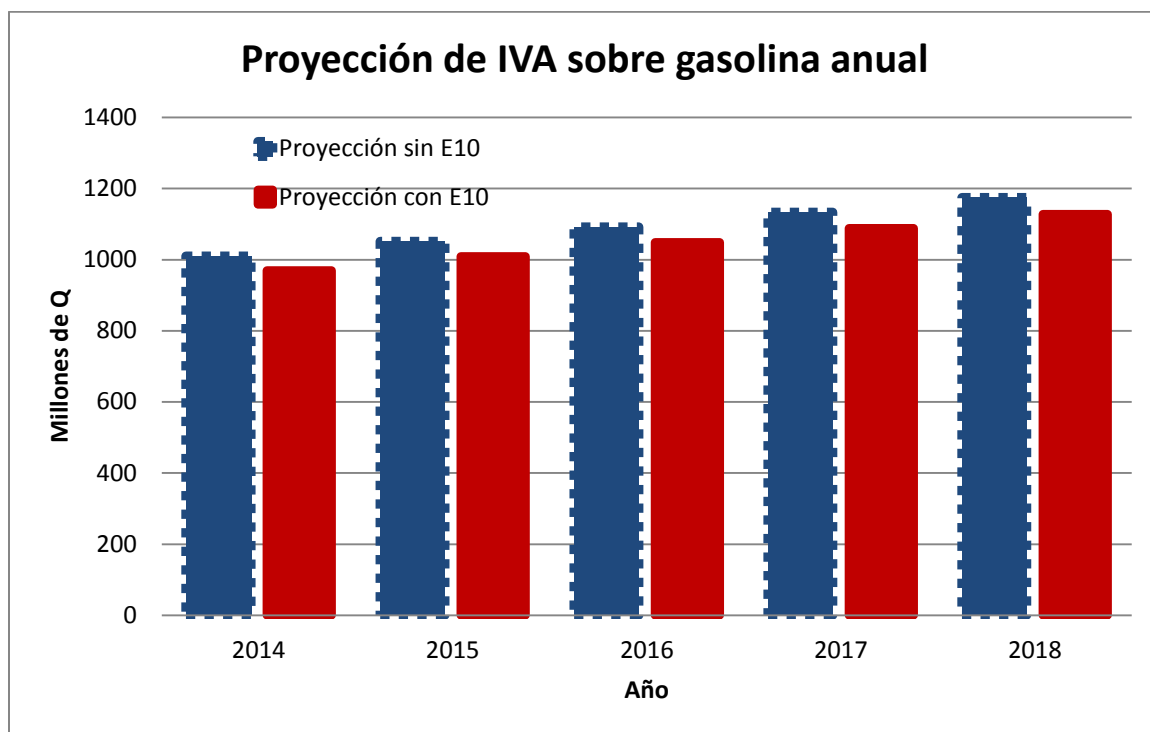
**Tabla No. 9 Monto hipotético recaudado por impuesto al valor agregado sobre importaciones de gasolina<sup>1</sup> (millones de quetzales) utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina**

| <i>Año</i>  | <i>Proyección sin E10</i> | <i>Proyección con E10</i> | <i>Disminución recaudación</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <b>2014</b> | 1009.80                   | 969.40                    | 40.39                          |
| <b>2015</b> | 1051.10                   | 1009.06                   | 42.04                          |
| <b>2016</b> | 1092.40                   | 1048.71                   | 43.70                          |
| <b>2017</b> | 1133.70                   | 1088.36                   | 45.35                          |
| <b>2018</b> | 1175.01                   | 1128.01                   | 47.00                          |

Calculo estimado, millones de quetzales de cada año.

<sup>1</sup>Suma de gasolina regular y superior

Gráfica No.11 Proyección de IVA sobre gasolina anual



Aún cuando los impuestos recaudados disminuyen con la utilización de etanol, el país obtiene un beneficio positivo neto, puesto que el ahorro de divisas es significativamente mayor a la reducción en la recaudación, así como una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y de la dependencia energética.

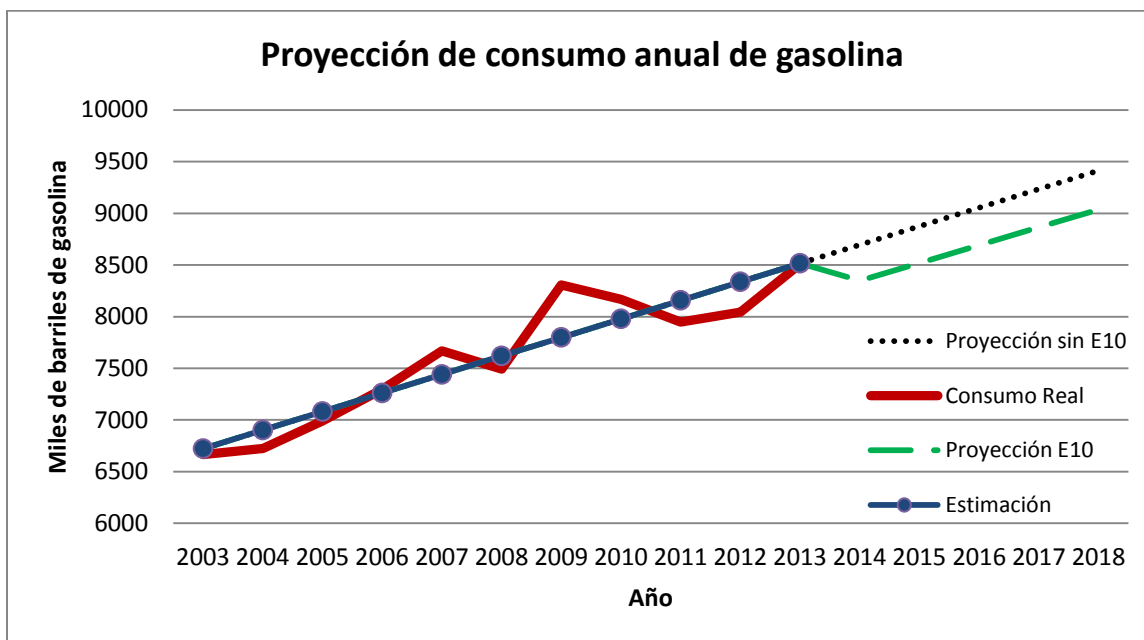
#### D. Demanda nacional proyectada

Finalmente se calcularon los litros de etanol que habrían sido necesarios, utilizando E10, con base en la capacidad instalada en Guatemala aún habría existido un superávit que permitiría continuar exportando etanol y generando divisas, en el 2011 se exportaron más de 200 millones de litros de etanol que generaron divisas en un valor de US\$67 millones.

La siguiente gráfica muestra el consumo real de 2003 – 2013 con su respectiva estimación, así como una proyección del consumo de combustible durante los próximos

años, tanto si se implementara o no la mezcla E10, esto a su vez ejemplifica la disminución de la dependencia energética del país, la cual podrá disminuir aún más a medida que se aumente el porcentaje de etanol adicionado a la gasolina conforme el parque vehicular se modifique hacia nuevas tecnologías.

Gráfica No.12 Proyección consumo anual de gasolina (miles de barriles)



**Tabla No.10 Proyección de consumo de gasolina 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (miles de barriles)**

| <i>Año</i>  | <i>Proyección sin E10</i> | <i>Proyección con E10</i> | <i>Disminución hipotética</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| <b>2014</b> | 8696.13                   | 8348.28                   | 347.85                        |
| <b>2015</b> | 8875.56                   | 8520.54                   | 355.02                        |
| <b>2016</b> | 9054.99                   | 8692.79                   | 362.20                        |
| <b>2017</b> | 9234.42                   | 8865.04                   | 369.38                        |
| <b>2018</b> | 9413.85                   | 9037.29                   | 376.55                        |

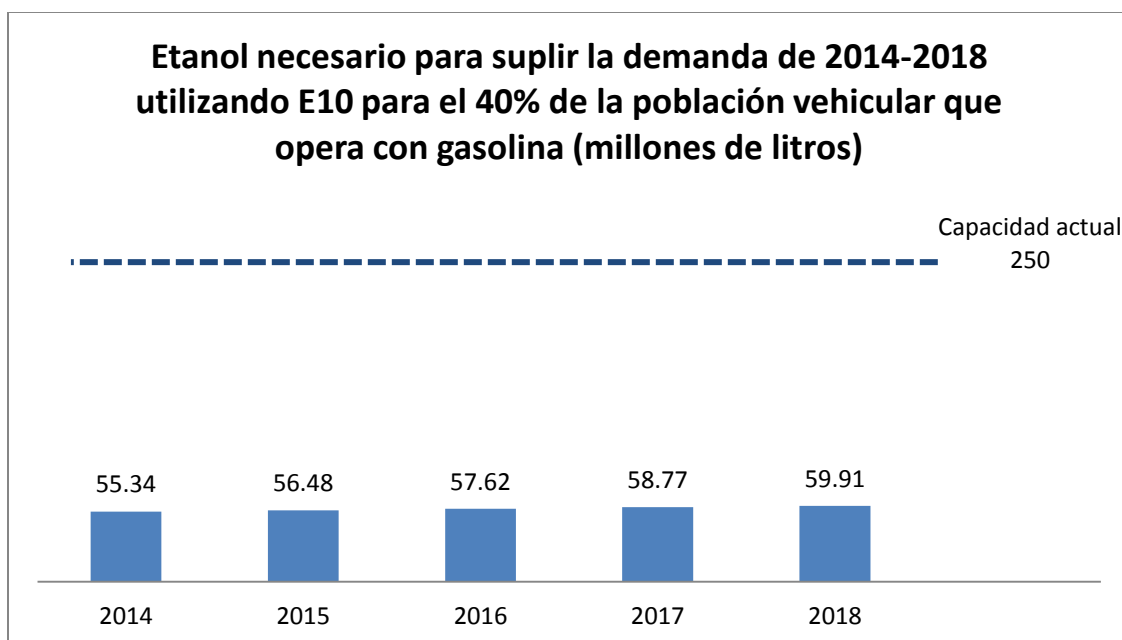
Fuente: Elaboración propia con base a datos de Ministerio de Energía y Minas

De acuerdo a la información de la Tabla No.10, se calcularon los litros de etanol necesarios para cubrir la demanda potencial para los años de 2014 a 2018. En Guatemala existen destilerías con capacidad para la producción de etanol desde la década de los

ochentas, tal como se mencionó anteriormente. En el año 2003 la capacidad era de aproximadamente 75 millones de litros anuales y en el año 2011 superaba los 200 millones, en base a la gráfica mostrada a continuación se observa que la capacidad es superior a la demanda potencial, quedando así un porcentaje de la producción disponible para continuar la exportación existente.

Así mismo, de implementarse el etanol en la gasolina de Guatemala, con base al decreto 17-85 se espera la inversión privada y pública para aumentar la capacidad de producción con la visión de suplir la demanda nacional creciente así como la internacional.

Gráfica No.13 Etanol necesario para suplir la demanda de 2014 a 2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina



#### E. Emisiones evitadas de Dióxido de Carbono

Finalmente se estimó la contaminación evitada de dióxido de carbono, debido a la disminución en la utilización de gasolina. De acuerdo a U.S. Energy Information Administration, cada galón de gasolina sin etanol, produce alrededor de 19.64 libras de



dióxido de carbono, esto se reduce al utilizar etanol puesto que cada galón de E10 emite aproximadamente 17.68 de dicho gas contaminante. Según dichas estimaciones, y el consumo proyectado para 2014-2018, mostrado anteriormente, se calculó la emisión evitada de dióxido de carbono al medio ambiente, lo cual mejora la calidad del aire que se respira en el país y el cual influye en la disminución de enfermedades respiratorias y costos médicos en consecuencia de las mismas.

**Tabla No. 11 Proyección de dióxido de carbono emitido de 2014-2018 utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (toneladas métricas)**

| <i><b>Año</b></i> | <i><b>CO<sub>2</sub> sin E10</b></i> | <i><b>CO<sub>2</sub> con E10</b></i> | <i><b>Emisión evitada debido a E10</b></i> |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| <b>2014</b>       | 3,256,296.21                         | 2,814,076.59                         | 442,219.62                                 |
| <b>2015</b>       | 3,323,484.07                         | 2,872,140.04                         | 451,344.03                                 |
| <b>2016</b>       | 3,390,671.92                         | 2,930,203.48                         | 460,468.44                                 |
| <b>2017</b>       | 3,457,859.78                         | 2,988,266.93                         | 469,592.85                                 |
| <b>2018</b>       | 3,525,047.63                         | 3,046,330.37                         | 478,717.26                                 |

1. Bonos de Carbono. La firma del Protocolo de Kyoto en 1997, comprometió a muchos países alrededor del mundo a reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases que influyen en el efecto invernadero, y por ende en el cambio climático. Uno de los instrumentos creados por el protocolo, para facilitar el comercio de dióxido de carbono, fue el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM por sus siglas en inglés). Los dos objetivos principales del mecanismo son, la disminución de las emisiones de los países industrializados, al mismo tiempo que acelerar el desarrollo sostenible en naciones en desarrollo.

El mecanismo permite que empresas y naciones industrializadas alcancen sus compromisos de reducción de emisiones de una manera económicamente eficiente.

Estos entes públicos y privados invierten en proyectos en naciones en desarrollo que tienen como objetivo reducir y/o eliminar emisiones por medio de cambio de combustible, formas de energía renovable, reducción de desechos, entre otras. El atractivo de la inversión se basa en el hecho de que es más económico invertir en un proyecto que forme parte del CDM que reducir las emisiones en sus países de origen.

Dentro del marco de proyectos de CDM se establecen países elegibles (de acuerdo al Anexo 1 establecido por la convención de cambio climático de las Naciones Unidas) que pueden comprar bonos (también llamados créditos) de carbono generados por proyectos en países en vías de desarrollo previamente establecidos por las Naciones Unidas, de los cuales Guatemala forma parte.

Los compradores de créditos de carbono pueden utilizarlos para cumplir con sus obligaciones de reducción de emisiones o para revender sus excedentes.

Los créditos de carbono se adquieren por medio de Reducciones Certificadas de Emisiones (CER por sus siglas en inglés), cada uno equivale a una tonelada métrica de dióxido de carbono o una tonelada métrica equivalente de algún otro gas de efecto invernadero, estos solo pueden ser emitidos por el CDM. Los precios se establecen en euros o en dólares (US\$) para el mercado global, y las estructuras de precio pueden ser fijas, variables o una combinación. El precio fijo se establece en mutuo acuerdo por el vendedor y el comprador a un precio favorable para ambos (generalmente menor al precio variable). El precio variable es un porcentaje del precio promedio en Estados Unidos sobre un número específico de días. Una combinación de ambos significa que un porcentaje de las CER's acordadas se venderá a un precio fijo y el porcentaje restante a un precio variable.

Para poder vender CER's el proyecto debe ser aprobado por la CDM y cumplir con una serie de requisitos, normas y reglamentos; a su vez el precio de cada CER se fija

en base al tipo de proyecto, las condiciones de mercado, la fase del proyecto, el riesgo del proyecto, el riesgo del país, entre otros aspectos.

Sin embargo, se realizó una estimación de una cifra que podría recibir el país por la venta de CER's, en base al cambio de combustible y las emisiones evitadas que dicho cambio provocaría. Para ello se utilizó la tasa fija, la cual se estima es alrededor de US\$0.1 (cifra modesta) por tonelada métrica de dióxido de carbono, los resultados se muestran a continuación.

**Tabla No. 12 Estimación de ventas de CER's de 2014-2018 en base a proyección de emisiones evitadas utilizando E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina**

| <i>Año</i>  | <i>US\$</i>  |
|-------------|--------------|
| <b>2014</b> | \$ 61,910.75 |
| <b>2015</b> | \$ 63,188.16 |
| <b>2016</b> | \$ 64,465.58 |
| <b>2017</b> | \$ 65,743.00 |
| <b>2018</b> | \$ 67,020.42 |

Fuente: Elaboración propia en base a proyección

Nuevamente, al igual que el consumo de importación, esta cifra no es altamente significativa, sin embargo es una cifra mínima inicial, puesto que las emisiones irán en disminución conforme aumente el consumo de etanol. Sin mencionar el hecho de que abre las puertas a fuentes de ingreso nuevas para el país.

#### F. Beneficio-Costo para el país

Finalmente, en base a los costos y beneficios anteriormente mencionados, se evaluó el beneficio neto de la implementación inicial de etanol a la gasolina con una mezcla del 10% para el 40% del parque vehicular.

**Tabla No. 13 Análisis beneficio-costo de la implementación de E10 para el 40% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones de US\$)**

| <b>Año</b>  | <b><i>Disminución en la recaudación de IDP</i></b> | <b><i>Disminución en la recaudación de IVA</i></b> | <b><i>Ahorro de divisas</i></b> | <b><i>Venta de CER's</i></b> | <b><i>Beneficio Neto</i></b> |
|-------------|--|--|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>2014</b> | -8.40  | -5.05  | 46.57                           | 0.06                         | 33.18                        |
| <b>2015</b> | -8.52  | -5.26  | 49.64                           | 0.06                         | 35.93                        |
| <b>2016</b> | -8.63  | -5.46  | 52.72                           | 0.06                         | 38.69                        |
| <b>2017</b> | -8.75  | -5.67  | 55.79                           | 0.07                         | 41.44                        |
| <b>2018</b> | -8.86  | -5.88  | 58.87                           | 0.07                         | 44.20                        |

Adicionalmente, se realizó un segundo análisis de impacto suponiendo la implementación de 10% de etanol para el 100% de la población vehicular que opera con gasolina. Esto debido a que los automóviles están en capacidad de utilizarlo (de acuerdo a los manuales de usuario), pero no todos los fabricantes promueven su uso.

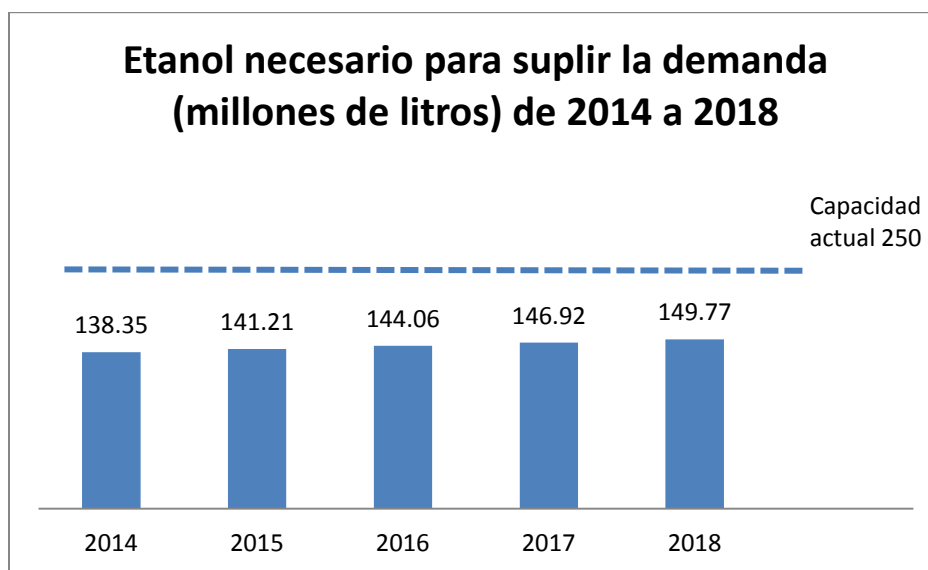
El impacto se realizó siguiendo el mismo procedimiento utilizado anteriormente, a continuación se presenta la tabla que muestra el beneficio neto que podría presentarse en Guatemala.

**Tabla No. 14 Análisis beneficio-costo de la implementación de E10 para el 100% de la población vehicular que funciona con gasolina (millones de US\$)**

| <b>Año</b>  | <b>Disminución en la recaudación de IDP</b> | <b>Disminución en la recaudación de IVA</b> | <b>Ahorro de divisas</b> | <b>Venta de CER's</b> | <b>Beneficio Neto</b> |
|-------------|---|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>2014</b> | -21.00                                      | -12.62                                      | 116.41                   | 0.09                  | 82.88                 |
| <b>2015</b> | -21.29                                      | -13.14                                      | 124.10                   | 0.09                  | 89.76                 |
| <b>2016</b> | -21.58                                      | -13.66                                      | 131.79                   | 0.09                  | 96.65                 |
| <b>2017</b> | -21.86                                      | -14.17                                      | 139.48                   | 0.09                  | 103.54                |
| <b>2018</b> | -22.15                                      | -14.69                                      | 147.17                   | 0.09                  | 110.43                |

Evidentemente el impacto es significativamente mayor, y es el porcentaje inicial de implementación que impone la Ley de Alcohol Carburante actualmente existente. A partir de esta tasa se espera que aumente la importación de vehículos Flex-Fuel, promoviendo así la implementación de porcentajes mayores de etanol en el futuro.

**Gráfica No.14 Etanol necesario para suplir la demanda de E10 para 100% de la población de 2014 a 2018**



## G. Impacto en el precio al consumidor final

Para establecer el precio por galón de E10 en Guatemala, es necesario establecer el precio exdestilería, así como el costo de distribución dentro del país, el costo de los expendedores de combustible, los impuestos específicos que se asignaran a dicho producto, entre otras cosas. Algunos de estos datos no son públicos y otros aún no han sido definidos, es por esto que no es posible, para esta investigación, establecer un precio exacto para dicho producto.

Por ende se decidieron utilizar precios de referencia internacionales, tanto del etanol, como de la mezcla de gasolina con etanol, y la gasolina, para obtener un acercamiento a la realidad.

El precio por galón de etanol varía en cada país (incluso varía dentro del país, en el caso por ejemplo de Estados Unidos), así como lo hace también el precio por galón de etanol mezclado con gasolina (E10 u otra combinación) y el galón de gasolina.

La variación entre países en el precio del etanol se debe a diversas circunstancias, como por ejemplo los impuestos que apliquen sobre el producto, el costo de producción y distribución así como los márgenes de ganancia de los expendedores.

En el caso de la gasolina, a pesar de que se utiliza un precio internacional de venta, existe un amplio rango de variación del precio al consumidor final. Generalmente las naciones más desarrolladas (exceptuando Estados Unidos), presentan precios más altos que las que se encuentran en vías de desarrollo o aquellas que producen y exportan el crudo. Las principales diferencias entre países se presentan debido a los impuestos y subsidios que se imponen a la gasolina, así como el costo de importación y distribución.

A pesar de que no se cuenta con información pública acerca del costo que conlleva la fabricación por galón de etanol en Guatemala, es posible basarse en puntos de referencia para tratar de pronosticar que el precio de E10 será menor al precio de la gasolina, si éste se comercializa dentro del país.

Debido a que el etanol es también comercializado como combustible, se decidió utilizar el precio internacional, como precio de referencia. Sin embargo, en Guatemala, el precio de la gasolina dentro del país durante los últimos años, ha sido mayor al precio internacional de gasolina. La Tabla No.15, creada a partir de datos obtenidos del Ministerio de Energía y Minas, presenta una comparación entre el precio internacional de

la gasolina regular y superior (US Gulf Coast) y el precio de venta al consumidor final en la ciudad capital, así como la diferencia entre ambos. La columna que muestra la diferencia porcentual, muestra datos entre un 28% y 35% de diferencia respecto al precio internacional. Es decir que en promedio, durante el último mes, el precio promedio de venta de gasolina tanto regular como superior en la ciudad capital fue un 32% mayor al precio internacional US Gulf Coast (el cuál es utilizado por el Ministerio de Energía y Minas como marco de referencia internacional).

Por lo tanto, se podría estimar que la venta de etanol en Guatemala, tendrá también un aumento respecto al precio internacional, de aproximadamente 30%.

**Tabla No.15 Comparación entre el precio internacional (US Gulf Coast) y el precio al consumidor final en la ciudad capital de la gasolina superior y regular**

| Tasa de cambio    | Fecha            | Precios internacionales |                  |                   |                  | Precios promedio a consumidor final |                  |                |                       | Diferencia porcentual | Diferencia porcentual |
|-------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                  | US Gulf Coast           |                  | US Gulf Coast     |                  | Ciudad capital                      |                  | Diferencia (Q) | Diferencia porcentual |                       |                       |
|                   |                  | US\$/Galón              | Q/Galón          | US\$/Galón        | Q/Galón          | Q/Galón                             |                  |                |                       |                       |                       |
| Gasolina superior | Gasolina regular | Gasolina superior       | Gasolina regular | Gasolina superior | Gasolina regular | Gasolina superior                   | Gasolina regular |                |                       |                       |                       |
| <b>7.72494</b>    | 1-May-14         | 2.93                    | 22.62            | 2.82              | 21.77            | 34.48                               | 32.99            | 11.86          | 11.22                 | 34%                   | 34%                   |
| <b>7.71998</b>    | 2-May-14         | 2.94                    | 22.69            | 2.86              | 22.06            | 34.48                               | 32.99            | 11.79          | 10.93                 | 34%                   | 33%                   |
| <b>7.71519</b>    | 5-May-14         | 2.88                    | 22.25            | 2.79              | 21.52            | 34.48                               | 32.99            | 12.23          | 11.47                 | 35%                   | 35%                   |
| <b>7.71249</b>    | 6-May-14         | 2.87                    | 22.11            | 2.77              | 21.38            | 34.48                               | 32.99            | 12.37          | 11.61                 | 36%                   | 35%                   |
| <b>7.70917</b>    | 7-May-14         | 2.92                    | 22.48            | 2.82              | 21.76            | 34.48                               | 32.99            | 12.00          | 11.23                 | 35%                   | 34%                   |
| <b>7.70729</b>    | 8-May-14         | 2.89                    | 22.25            | 2.78              | 21.39            | 34.48                               | 32.99            | 12.23          | 11.60                 | 35%                   | 35%                   |
| <b>7.71597</b>    | 9-May-14         | 2.90                    | 22.41            | 2.80              | 21.64            | 34.48                               | 32.99            | 12.07          | 11.35                 | 35%                   | 34%                   |
| <b>7.71677</b>    | 12-May-14        | 2.93                    | 22.62            | 2.82              | 21.80            | 34.01                               | 32.52            | 11.39          | 10.72                 | 33%                   | 33%                   |
| <b>7.71852</b>    | 13-May-14        | 2.94                    | 22.70            | 2.82              | 21.76            | 34.01                               | 32.52            | 11.31          | 10.76                 | 33%                   | 33%                   |
| <b>7.71677</b>    | 14-May-14        | 2.99                    | 23.08            | 2.87              | 22.16            | 34.01                               | 32.52            | 10.93          | 10.36                 | 32%                   | 32%                   |
| <b>7.71752</b>    | 15-May-14        | 2.99                    | 23.09            | 2.88              | 22.22            | 34.01                               | 32.52            | 10.92          | 10.30                 | 32%                   | 32%                   |
| <b>7.71473</b>    | 16-May-14        | 3.03                    | 23.40            | 2.92              | 22.55            | 34.01                               | 32.52            | 10.61          | 9.97                  | 31%                   | 31%                   |



**CONTINUACION TABLA No.15**

|                       |                         | Precios internacionales |              |                  |              | Precios promedio a consumidor final |                  |                   |                  |                       |                  |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------|--------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------|
|                       |                         | US Gulf Coast           |              | US Gulf Coast    |              | Ciudad capital                      |                  |                   |                  |                       |                  |
|                       |                         | US\$/Galón              | Q/Galón      | US\$/Galón       | Q/Galón      | Q/Galón                             |                  | Diferencia (Q)    |                  | Diferencia porcentual |                  |
| <b>Tasa de cambio</b> | Fecha                   | Gasolina superior       |              | Gasolina regular |              | Gasolina superior                   | Gasolina regular | Gasolina superior | Gasolina regular | Gasolina superior     | Gasolina regular |
| <b>7.71936</b>        | 19-May-14               | 3.03                    | 23.41        | 2.92             | 22.56        | 33.35                               | 31.87            | 9.94              | 9.31             | 30%                   | 29%              |
| <b>7.72409</b>        | 20-May-14               | 3.01                    | 23.22        | 2.90             | 22.37        | 33.35                               | 31.87            | 10.13             | 9.50             | 30%                   | 30%              |
| <b>7.73775</b>        | 21-May-14               | 3.05                    | 23.60        | 2.94             | 22.75        | 33.35                               | 31.87            | 9.75              | 9.12             | 29%                   | 29%              |
| <b>7.74750</b>        | 22-May-14               | 3.07                    | 23.76        | 2.96             | 22.90        | 33.35                               | 31.87            | 9.59              | 8.97             | 29%                   | 28%              |
| <b>7.75101</b>        | 23-May-14               | 3.06                    | 23.71        | 2.97             | 23.04        | 33.35                               | 31.87            | 9.64              | 8.83             | 29%                   | 28%              |
| <b>7.76141</b>        | 27-May-14               | 2.99                    | 23.23        | 2.93             | 22.74        | 33.82                               | 32.30            | 10.59             | 9.56             | 31%                   | 30%              |
| <b>7.75561</b>        | 28-May-14               | 3.03                    | 23.48        | 2.94             | 22.82        | 33.82                               | 32.30            | 10.34             | 9.48             | 31%                   | 29%              |
| <b>7.75561</b>        | 28-May-14               | 3.03                    | 23.48        | 2.94             | 22.82        | 33.82                               | 32.30            | 10.34             | 9.48             | 31%                   | 29%              |
| <b>7.78525</b>        | 30-May-14               | 3.02                    | 23.52        | 2.93             | 22.83        | 33.82                               | 32.30            | 10.30             | 9.47             | 30%                   | 29%              |
|                       | <b>Promedio mensual</b> | <b>2.98</b>             | <b>23.00</b> | <b>2.88</b>      | <b>22.23</b> | <b>33.97</b>                        | <b>32.48</b>     | <b>10.97</b>      | <b>10.25</b>     | <b>32%</b>            | <b>32%</b>       |

El precio internacional promedio por galón de etanol, utilizando el mismo marco de referencia (US Gulf Coast) ha sido de aproximadamente US\$2.57 durante el año 2014, de acuerdo a información obtenida del reporte "Annual Energy Outlook 2014" de la Administración de información energética de Estados Unidos (U.S. Energy Information Administration). Como parte del mismo reporte se presentan los precios anuales promedio durante los últimos tres años y precios pronosticados por esta institución. La Tabla No.16 muestra precios por galón de etanol en dólares americanos del año 2011 al 2018, en los cuales el precio de etanol se encontró alrededor de un 30% por debajo del precio de la gasolina y se espera que continúe de esta forma.

**Tabla No. 16 Precio promedio anual por galón de etanol y gasolina de 2011 a 2018 (US\$) US Gulf Coast**

| <b>Año</b>  | <i>2011</i> | <i>2012</i> | <i>2013</i> | <i>2014</i> | <i>2015</i> | <i>2016</i> | <i>2017</i> | <i>2018</i> |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Precio promedio por galón de etanol (US\$)</b>   | 2.58        | 2.58        | 2.37        | 2.57        | 2.57        | 2.58        | 2.58        | 2.58        |
| <b>Precio promedio por galón de gasolina (US\$)</b> | 3.65        | 3.69        | 3.57        | 3.38        | 3.18        | 3.07        | 3.03        | 3.02        |

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del reporte "Annual Energy Outlook 2014" elaborado por U.S. Energy Information Administration. A partir del año 2014 los datos son pronosticados por dicha institución.*

Adicionalmente, el Servicio de información de precios de Petróleo (Oil Price Information Service) de Estados Unidos muestra el precio por galón de etanol, durante la última semana de mayo, los cuales se mantienen por debajo del precio por galón de gasolina y concuerdan con la Tabla No.16.

**Tabla No.17 Precio diario por galón de etanol (US\$) US Gulf Coast**

| <b>Fecha</b>               | <i>Viernes<br/>23 de<br/>Mayo</i> | <i>Lunes 26<br/>de Mayo</i> | <i>Martes 27<br/>de Mayo</i> | <i>Miércoles<br/>28 de<br/>Mayo</i> | <i>Jueves 29<br/>de Mayo</i> | <i>Promedio<br/>semanal</i> |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Precio (US\$/Galón)</b> | 2.4400-<br>2.4600                 | (feriado<br>nacional)       | 2.4200-<br>2.4600            | 2.4900-<br>2.5400                   | 2.5100-<br>2.5400            | 2.4825                      |

En base a los precios pronosticados en la Tabla No.16 y el porcentaje de incremento de precio que posee la gasolina que se vende al consumidor en Guatemala, respecto al precio internacional, se realizó la siguiente tabla en la que se pronostica un

precio nacional para el galón de etanol incrementando los precios de la Tabla No.16 en un 30%.

**Tabla No.18 Pronóstico de precio anual por galón de etanol y de gasolina, vendido en Guatemala (US\$ y Q)**

| <b>Año</b>  | <i>2014</i> | <i>2015</i> | <i>2016</i> | <i>2017</i> | <i>2018</i> |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Precio promedio por galón de etanol (US\$)</b>   | \$3.67      | \$3.67      | \$3.68      | \$3.68      | \$3.68      |
| <b>Precio promedio por galón de etanol (Q)</b>      | Q28.63      | Q28.63      | Q28.70      | Q28.70      | Q28.70      |
| <b>Precio promedio por galón de gasolina (US\$)</b> | \$4.83      | \$4.54      | \$4.39      | \$4.33      | \$4.31      |
| <b>Precio promedio por galón de gasolina (Q)</b>    | Q37.67      | Q35.41      | Q34.24      | Q33.77      | Q33.65      |

*Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla No.16, incrementando los precios anuales en un 30%, con una tasa de cambio de 7.8.*

En base a los pronósticos anuales de la Tabla No.18 se podría calcular un precio promedio por galón de etanol para los años 2014 a 2018, utilizando el 90% del precio por galón de gasolina (Q37.67 para el año 2014) y un 10% del precio por galón de etanol de acuerdo a la Tabla No.18 (por ejemplo Q28.63 para el año 2014), obteniendo los totales presentados en la Tabla No.19.

**Tabla No.19 Pronóstico de precio anual por galón de E10 comercializado en Guatemala para los años 2014 a 2018 (US\$ y Q)**

| <b>Año</b>                                     | <i>2014</i> | <i>2015</i> | <i>2016</i> | <i>2017</i> | <i>2018</i> |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Precio promedio por galón de E10 (US\$)</b> | \$4.71      | \$4.45      | \$4.32      | \$4.27      | \$4.25      |
| <b>Precio promedio por galón de E10 (Q)</b>    | Q36.77      | Q34.73      | Q33.69      | Q33.26      | Q33.16      |

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Tabla No.18.*

De acuerdo al ejemplo, existe una disminución en el precio por galón de E10 respecto al precio del galón de gasolina de un 2%. A pesar de ser un pequeño porcentaje, esto representa un ahorro para el consumidor final, especialmente debido a la frecuencia con que se utiliza el combustible. El precio de cualquier mezcla de etanol y gasolina está claramente relacionado con el precio de ambos, sin embargo de acuerdo a los cálculos anteriores, a medida que se incremente el porcentaje de etanol adicionado a la gasolina se esperaría que disminuya el precio de la misma forma. Por lo tanto esto representa un primer indicio de que el precio de E10 en Guatemala, será menor al precio actual que se presenta en la comercialización de gasolina en el país.

Adicionalmente se recabaron datos del precio de etanol, gasolina y E8 para Colombia, con la finalidad de utilizar un segundo marco de referencia. Para esto se presenta la siguiente tabla, en donde se muestran los precios promedio durante el último año de dichos productos.

**Tabla No. 20 Precios por galón en US\$ de combustibles en Colombia**

| <b>Período</b>  | <b>Alcohol carburante</b> | <b>E8</b> | <b>Gasolina</b> | <b>Diferencia porcentual (E8 y Gasolina)</b> |
|-----------------|---------------------------|-----------|-----------------|--|
| Julio 2013      | 3.66                      | 4.60      | 4.61            | 0.3%   |
| Agosto 2013     | 3.64                      | 4.60      | 4.61            | 0.3%   |
| Septiembre 2013 | 3.61                      | 4.60      | 4.61            | 0.3%   |
| Octubre 2013    | 3.61                      | 4.52      | 4.53            | 0.2%   |
| Noviembre 2013  | 3.53                      | 4.45      | 4.46            | 0.2%   |
| Diciembre 2013  | 3.58                      | 4.44      | 4.45            | 0.1%   |
| Enero 2014      | 3.55                      | 4.51      | 4.52            | 0.4%   |
| Febrero 2014    | 3.48                      | 4.55      | 4.58            | 0.5%   |
| Marzo 2014      | 3.48                      | 4.55      | 4.58            | 0.5%   |
| Abril 2014      | 3.56                      | 4.56      | 4.58            | 0.4%   |
| Mayo 2014       | 3.44                      | 4.56      | 4.58            | 0.6%   |
| Junio 2014      | 3.31                      | 4.56      | 4.59            | 0.8%   |

Fuente: "Precios de alcohol carburante (etanol)" recuperado de: [http://www.fedbiocombustibles.com/v3/estadistica-precios-titulo-Alcohol\\_Carburante\\_\(Etanol\).html](http://www.fedbiocombustibles.com/v3/estadistica-precios-titulo-Alcohol_Carburante_(Etanol).html)

En dicha tabla se observa que los precios por galón de etanol son menores a los de la gasolina al igual que se presentó en el ejemplo anterior, el precio por galón de la combinación de ambos, es también menor al precio de la gasolina pura. La columna que indica la diferencia porcentual (entre el precio de la gasolina y el de E8) muestra un porcentaje inicial de 0.3% para julio de 2013, y un aumento continuo a lo largo de 2014 hasta llegar a un 0.8%, porcentaje similar a la suposición anterior en la que se obtuvo 2%. Permitted pronosticar que la utilización de E10 tendría una disminución promedio de costo de 2% por galón, respecto al precio de la gasolina comercializada al consumidor final.

Es importante notar, que el porcentaje de 30% utilizado para simular el aumento de precio que tendrá el etanol en el país respecto al precio internacional, se obtuvo a partir del porcentaje real que se presenta para la gasolina. La gasolina está sujeta a impuestos de importación que no aplicarían al precio de etanol y a costos de importación que tampoco lo harían, por lo que el porcentaje de incremento respecto al precio internacional por galón de etanol seguramente sería menor, y por ende la disminución de precio final al consumidor final de E10 sería mayor al 2%. Junto con esto, dado que el etanol será fabricado localmente, se esperaba que se establezca un precio competitivo, con un porcentaje de aumento menor al que posee la gasolina.

Este análisis no pretende ser exhaustivo, existen diversos factores que impactan la economía del país, los cuales no pudieron ser calculados para fines de esta investigación, por falta de información pública o debido a que la información no ha sido definida. Es importante destacar que si se implementa E10, el 90% seguirá siendo un combustible importado fósil (gasolina), la diferencia de precio al consumidor, tal como se mostró anteriormente es mínima, ya que únicamente el 10% sería etanol. Cabe recordar que las experiencias a nivel mundial señalan que la utilización del etanol no ha sido por cuestión de precio, sino de independencia energética, disminución de emisiones, mejor calidad de aire para disminuir los efectos en la salud y generación de empleo.

A pesar de ello, el análisis muestra un beneficio neto todos los años, incluso cuando el porcentaje de etanol en la mezcla es mínimo, y no se calculó en base a la utilización para toda la población. Lo cual indica que la implementación de etanol tiene el potencial de impulsar crecimiento económico en el país y abrir las puertas a nuevos mercados.

## VIII. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación y análisis realizados, se encontró que para impulsar la implementación de etanol, es necesario contar con la coordinación de los diferentes ministerios en el país, educar y concientizar a la población, así como utilizar etanol fabricado localmente para hacerlo un proyecto viable.
2. La adición de etanol en un 10% aumenta el grado de octanaje de 2 a 3 puntos (AKI) produciendo una mayor potencia y eficiencia energética durante la combustión y no aumenta el nivel de corrosión de los componentes del vehículo.
3. El parque vehicular de Guatemala a febrero 2014 está formado por 2,574,708 vehículos de los cuales 89% operan con gasolina. Las marcas con mayor presencia son Toyota, Honda, Suzuki y Mazda. El 59% de la población vehicular fue producida posterior al año 2000, un 25% del año 1990 a 1999 y un 16% de 1981 a 1989. Mostrando que la mayor parte de los vehículos fueron fabricados en los últimos 14 años.
4. De acuerdo a un análisis de muestreo aleatorio simple, utilizando como base los manuales de usuario de fábrica de cada vehículo, se determinó que en el 40% del parque vehicular en Guatemala que utiliza gasolina como combustible, es recomendado utilizar etanol en un 10% de la mezcla total, sin necesidad de realizar ninguna modificación al vehículo y funcionando en optimas condiciones.
5. Los resultados del análisis financiero pronostican una disminución del costo de importación de gasolina superior a 46 millones de dólares anuales, monto que representa ahorro de divisas de la nación. En cuanto al consumidor final, en base a precios de referencia internacionales, se estima que el precio por galón de etanol en

6. Guatemala será un 2% menor al precio por galón de gasolina. El cálculo de costos y beneficios pronostica un beneficio neto superior a 33 millones de dólares anuales.
  
7. La implementación de etanol en Guatemala se considera un proyecto sostenible puesto que tiene la capacidad de permitir independencia energética, disminuir las emisiones de GEI mejorando la calidad de aire, permitir un ahorro de divisas al país y potenciales ingresos por medio de venta de bonos de carbono.



## **IX. RECOMENDACIONES**

1. A pesar de la existencia de una ley que rige el comercio del alcohol carburante, es necesario realizar una reforma que se adecue al entorno económico, político y social actual, creando un marco legislativo que regule la producción, distribución, transporte y venta de etanol a nivel local.
2. En base al análisis estadístico, se puede afirmar que los fabricantes de carros marca Toyota, Hyundai y Mitsubishi aprueban el uso de etanol en una gran parte de sus vehículos, por lo que se recomienda propiciar un acercamiento con las 25 marcas más representativas dentro del parque vehicular con la finalidad de tenerlos como aliados en un futuro plan de implementación.
3. Para la adecuada implementación de etanol como biocombustible en el país, se recomienda realizar una campaña educativa a todas las partes involucradas, acerca del funcionamiento, beneficios y condiciones bajo los cuales se realizara la implementación. Así mismo es necesaria la colaboración en conjunto de los diferentes ministerios involucrados, y la creación de una unidad especial de Biocombustibles como parte del Ministerio de Energía y Minas.
4. Gracias a la investigación se determinó que Guatemala cuenta con la capacidad necesaria para satisfacer la demanda actual de E10 manteniendo un superávit que permitirá continuar las exportaciones. Sin embargo se recomienda la inversión de nuevas plantas de etanol para incrementar las tasas de exportación existentes y generar nuevos ingresos.
5. Se recomienda facilitar e impulsar la importación de vehículos flexible-fuel con el objetivo de incrementar la utilización de etanol en el país.

6. Se recomienda un análisis más profundo para la creación de un proyecto, bajo el mecanismo de desarrollo del protocolo de Kyoto, que permita la venta de bonos de carbono.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Agro 2. (2012). *Yuca-Agro2*. Retrieved 2014 from <http://www.agro2.com/es/nuestros-productos/etanol/>

Alejandro, E. (2012). *Análisis del Uso de Biocombustibles en el Parque Vehicular Guatemalteco*. Guatemala: Universidad del Valle.

Caribbean Ethanol Producers. (s.f.). *Support Alternatives to preserve ethanol production*. Recuperado el abril de 2014, de <http://www.caribbeanethanolproducers.com/doc/CBEPa%20One%20Page%2062111.pdf>

Castelar, F. (2014). Experiencia de Brasil en torno a los Biocombustible (APLA). *Taller Biocombustibles en Guatemala - Desafíos y pasos a seguir* (pág. 42). Guatemala: -.

Congreso de la República de Guatemala. (2007). *Reforma al Decreto 17-85 Ley de Alcohol Carburante*. Recuperado el 2014, de Guatemala. 1985. Decreto 17-85 "Ley de Alcohol Carburante".

Decreto de Ley 17-85 "Ley del Alcohol Carburante". (1985). *Publicado en el Diario de Centro América*.

EERE, U.S. Department of Energy. (s.f.). *Alternative Fuels and Advance Vehicles Data Center*. Recuperado el Consultado el 2 de abril de 2014, de [http://www.afdc.energy.gov/fuels/fuel\\_properties.php](http://www.afdc.energy.gov/fuels/fuel_properties.php)

EPA, U. E. (1995). *Fuel Economy Impact Analysis of RFG*.

Federal Chamber of Automotive Industries. (s.f.). *Can my vehicle operate on ethanol blend petrol*. Recuperado el 2014, de [http://www.fcmai.com.au/environment/can-my-vehicle-operate-on-ethanol-blend-petrol-\]](http://www.fcmai.com.au/environment/can-my-vehicle-operate-on-ethanol-blend-petrol-)

Foreign Agricultural Service. (2013). *United States Department of Agriculture*. Obtenido de [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Buenos%20Aires\\_Paraguay\\_7-12-2013.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Buenos%20Aires_Paraguay_7-12-2013.pdf)

Frazier, S. (2009). Ethanol Gasoline blends--problems or benefits for customers? *Energy Engineering* , 106 (1), 62-70.

*Fuel Economy*. (n.d.). From <http://www.fueleconomy.gov/feg/>

García Romero, H., & Calderón, L. (2012). *Evaluación de la política de Biocombustibles en Colombia*. Medellín: Consorcio CUE.

Honda. (n.d.). *Vehicle Information*. From <http://owners.honda.com/vehicles/>

Horta, L. (2006). Precios y costos para el etanol combustible en América Central. . *Convenio Cepal* .

Industries, T. A. (n.d.). *MOTOR VEHICLE INFORMATION ON COMPATIBILITY WITH BIOETHANOL*. From [http://www.nepa.gov.jm/documents/ethanol\\_and\\_car\\_compatibility\\_sheet.pdf](http://www.nepa.gov.jm/documents/ethanol_and_car_compatibility_sheet.pdf)

Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. (2007). *EL ESTADO DEL ARTE DE LOS*. Paraguay.

Klingenberg, H. (1996). *Automobile exhaust emission testing : measurement of regulated and unregulated exhaust gas components, exhaust emission test* . Berlin: Springer.

Lorenzo, A. (2014). Biocombustibles y Oportunidades para Guatemala. *Taller Biocombustibles en Guatemala - Desafíos y pasos a seguir* (p. 54). Guatemala: -.

Mateus, C. (2014). Experiencia de Colombia en torno a los Biocombustibles. (pág. 41). Guatemala: Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia.

Mazda. (n.d.). *Manuals & References*. From <http://www.mazdausa.com/MusaWeb/displayManualsByModelAndYearHome.action>

Moll, S. (2012). *Tratamiento fiscal del bioetanol e-10 a partir de su introducción en la matriz energética de Guatemala*. Guatemala: Universidad Landívar.

Motoring, RAA. (Febrero de 2004). *RAA Motoring*. Recuperado el 31 de Marzo de 2014, de <http://www.raa.net/page.asp?TerID=146>

Nissan. (n.d.). *Manuals & Guides*. From <https://owners.nissanusa.com/nowners/navigation/manualsGuide>

Oil Price Information Service. (2014). *Pricing, news and analysis for buying and supplying ethanol-blended fuel*. Obtenido de <http://www.opisnet.com/images/productsamples/EBISnewsletter-sample.pdf>

Organización Latinoamericana de Energía. (2008). *OLADE*. Recuperado el abril de 2014, de <http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/ESTADO%20DE%20BIOCOMBUSTIBLES.pdf>

PhD, S. F. (2009). Ethanol Gasoline blends--problems or benefits for customers? *Energy Engineering*, 106 (1), 62-70.

Prado, M. d. (2012). The Ethanol Production in Brazil: An Example for Latin American Countries? *Cuadernos de Geografía*, 21 (1), 147-161.

Renewable Fuels Association. (Diciembre de 2010). *Ethanolrfa.org*. Recuperado el Abril de 2014, de <http://ethanolrfa.org/page/-/RFA%20Fuel%20Ethanol%20Industry%20Guideline%201210.pdf?nocdn=1>

Renewable Fuels Association. (2010). *Fuel Ethanol Industry Guidelines, specifications and procedures*.

Scheaffer, R. L., Mendenhall III, W., & Lyman Ott, R. (2006). *Elementary Survey Sampling* (Sexta edición ed.). Duxbury: Thomson Brooks/Cole.

Souto, G. (2008). Paraguay explora su potencial en biocombustibles. *Comunica* , 9.

Toyota. (n.d.). *Owner's Manual*. Retrieved 2014 from <http://www.toyota.com/owners/web/pages/resources/owners-manuals>

U.S. Energy Information Administration. (Junio de 2014). *Independent Statistics & Analysis*. Obtenido de [http://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pri\\_spt\\_s1\\_m.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_m.htm)

Villarroel, J. (2007). Etanol hidratado como combustible sustituto de la gasolina en Cuba. *Transporte Desarrollo y Medio Ambiente* , 27(1), 45-61.

von Stackelberg, K., Buonocore, J., Bhave, P. V., & Schwartz, J. A. (2013). Public health impacts of secondary particulate formation from aromatic hydrocarbons in gasoline. *Environmental Health* , 12(19), 13.

Wang, M. (2005). Energy and Greenhouse gas emissions impacts of fuel ethanol. *Presentation to the NGCA Renewable Fuels forum, Agosto 23, 2005*.

## XI. APÉNDICE

**Tabla No. 21: Ejemplo del documento INE PARQUE VEHICULAR 18022014**

| <b>Año Alza</b> | <b>Mes</b> | <b>Departamento</b> | <b>Municipio</b>  | <b>Modelo</b> | <b>Línea</b>      | <b>Tipo</b> | <b>Uso</b> | <b>Marca</b>      | <b>Combustible</b> | <b>Cantidad</b> |
|-----------------|------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------|------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| 2007            | 5          | Guatemala           | Guatemala         | 2007          | L200<br>GL<br>4WD | Pick UP     | Particular | Mitsubishi        | Diesel             | 17              |
| 2003            | 4          | Guatemala           | Guatemala         | 2003          | Yaris             | Automóvil   | Particular | Toyota            | Gasolina           | 70              |
| 1990            | 12         | Izabal              | Puerto<br>Barrios | 1988          | D420SE            | Automóvil   | Particular | Mercedes-<br>Benz | Gasolina           | 1               |

Fuente: Unidad de Información Pública, Superintendencia de Administración Tributaria

**Tabla No.22 Unidades de muestra por marcas representativas**

| <b>Marca Vehículo</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>% de frecuencia total</b> | <b>% Acumulado</b> | <b>Unidades en muestra</b> | <b>Unidades acumuladas</b> | <b>Nuevo porcentaje</b> | <b>Unidades en muestra</b> |
|-----------------------|-------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>TOYOTA</b>         | 502,476.00        | 22.74%                       | 22.74%             | 44.58                      | 44.58                      | 25.42%                  | 50                         |
| <b>HONDA</b>          | 229,417.00        | 10.38%                       | 33.13%             | 20.35                      | 64.93                      | 11.61%                  | 23                         |
| <b>SUZUKI</b>         | 202,204.00        | 9.15%                        | 42.28%             | 17.94                      | 82.87                      | 10.23%                  | 20                         |
| <b>BAJAJ</b>          | 136,914.00        | 6.20%                        | 48.48%             | 12.15                      | 95.02                      | 6.93%                   | 14                         |
| <b>MAZDA</b>          | 118,480.00        | 5.36%                        | 53.84%             | 10.51                      | 105.53                     | 5.99%                   | 12                         |
| <b>NISSAN</b>         | 102,344.00        | 4.63%                        | 58.47%             | 9.08                       | 114.61                     | 5.18%                   | 10                         |
| <b>MITSUBISHI</b>     | 69,028.00         | 3.12%                        | 61.60%             | 6.12                       | 120.73                     | 3.49%                   | 7                          |
| <b>ITALIKA</b>        | 68,782.00         | 3.11%                        | 64.71%             | 6.10                       | 126.83                     | 3.48%                   | 7                          |
| <b>CHEVROLET</b>      | 62,519.00         | 2.83%                        | 67.54%             | 5.55                       | 132.38                     | 3.16%                   | 6                          |
| <b>YAMAHA</b>         | 55,670.00         | 2.52%                        | 70.06%             | 4.94                       | 137.32                     | 2.82%                   | 6                          |
| <b>FORD</b>           | 54,141.00         | 2.45%                        | 72.51%             | 4.80                       | 142.12                     | 2.74%                   | 5                          |
| <b>HYUNDAI</b>        | 47,896.00         | 2.17%                        | 74.68%             | 4.25                       | 146.37                     | 2.42%                   | 5                          |
| <b>VOLKSWAGEN</b>     | 37,821.00         | 1.71%                        | 76.39%             | 3.36                       | 149.73                     | 1.91%                   | 4                          |
| <b>KIA</b>            | 36,525.00         | 1.65%                        | 78.04%             | 3.24                       | 152.97                     | 1.85%                   | 4                          |
| <b>ASIA HERO</b>      | 33,506.00         | 1.52%                        | 79.56%             | 2.97                       | 155.94                     | 1.69%                   | 3                          |
| <b>YUMBO</b>          | 32,700.00         | 1.48%                        | 81.04%             | 2.90                       | 158.84                     | 1.65%                   | 3                          |



---

*Continuación tabla 22*

| <b>Marca<br/>Vehículo</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>% de<br/>frecuencia<br/>total</b> | <b>% Acumulado</b> | <b>Unidades<br/>en muestra</b> | <b>Unidades<br/>acumuladas</b> | <b>Nuevo<br/>porcentaje</b> | <b>Unidades en<br/>muestra</b> |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>ISUZU</b>              | 31,694.00         | 1.43%                                | 82.48%             | 2.81                           | 161.65                         | 1.60%                       | 3                              |
| <b>JIALING</b>            | 28,443.00         | 1.29%                                | 83.76%             | 2.52                           | 164.18                         | 1.44%                       | 3                              |
| <b>DATSUN</b>             | 23,971.00         | 1.09%                                | 84.85%             | 2.13                           | 166.30                         | 1.21%                       | 2                              |
| <b>FREEDOM</b>            | 23,956.00         | 1.08%                                | 85.93%             | 2.13                           | 168.43                         | 1.21%                       | 2                              |
| <b>KYMCO</b>              | 20,731.00         | 0.94%                                | 86.87%             | 1.84                           | 170.27                         | 1.05%                       | 2                              |
| <b>BMW</b>                | 16,117.00         | 0.73%                                | 87.60%             | 1.43                           | 171.70                         | 0.82%                       | 2                              |
| <b>DODGE</b>              | 15,705.00         | 0.71%                                | 88.31%             | 1.39                           | 173.09                         | 0.79%                       | 2                              |
| <b>GEO</b>                | 13,832.00         | 0.63%                                | 88.94%             | 1.23                           | 174.32                         | 0.70%                       | 1                              |

---

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No. 23 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo por cuota**

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2004                       | LIBERTY TRAIL RATED 4X4 L | CAMIONETA                | JEEP                      | 10                               | 87                                   |
| 1990                       | TRACKER 4*4 STD           | JEEP                     | GEO                       | 0                                | 87                                   |
| 2004                       | GRAND CARAVAN             | MICROBUS                 | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 1998                       | NEON SPORT HIGHLINE       | AUTOMOVIL                | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 2009                       | 128I                      | AUTOMOVIL                | BMW                       | 10                               | 91                                   |
| 2008                       | 535 I                     | AUTOMOVIL                | BMW                       | 10                               | 91                                   |
| 2009                       | AGILITY 125               | MOTO                     | KYMCO                     | 0                                | 87                                   |
| 2004                       | ACTIV 110                 | MOTO                     | KYMCO                     | 0                                | 87                                   |
| 2008                       | LOYALTY 125               | MOTO                     | FREEDOM                   | 0                                | 87                                   |
| 2013                       | FIRE125                   | MOTO                     | FREEDOM                   | 0                                | 87                                   |
| 1981                       | B 210                     | CAMIONETILLA             | DATSUN                    | 0                                | 87                                   |
| 1981                       | 310 H/B GX                | AUTOMOVIL                | DATSUN                    | 0                                | 87                                   |
| 2007                       | JH150E                    | MOTO                     | JIALING                   | 0                                | 87                                   |
| 2010                       | JH125LIII                 | MOTO                     | JIALING                   | 0                                | 87                                   |
| 1999                       | JH150D-3                  | MOTO                     | JIALING                   | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | TROOPER S 4X4             | CAMIONETA                | ISUZU                     | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | RODEO LSE 4X2             | CAMIONETA                | ISUZU                     | 0                                | 87                                   |
| 1998                       | RODEO LS 4X2              | CAMIONETA                | ISUZU                     | 0                                | 87                                   |
| 2013                       | CARGO FL200B CLOSED       | MOTO                     | YUMBO                     | 0                                | 87                                   |
| 2009                       | ROADPOWER 125             | MOTO                     | YUMBO                     | 0                                | 87                                   |
| 2011                       | MT200                     | MOTO                     | YUMBO                     | 0                                | 87                                   |
| 2006                       | NEW RIDER                 | MOTO                     | ASIA HERO                 | 0                                | 87                                   |
| 2007                       | FURIA-250                 | MOTO                     | ASIA HERO                 | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2012                       | RR200                     | MOTO                     | ASIA HERO                 | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | SPORTAGE 4X2              | CAMIONETA                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | SORENTO 4X2 LX            | CAMIONETA                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | 4X4 SORENTO LX            | CAMIONETA                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | SPORTAGE SPORT EX         | CAMIONETA                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 2010                       | JETTA SE                  | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 0                                | 92                                   |
| 2000                       | JETTA GLS 1.8 TURBO       | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 0                                | 93                                   |
| 1998                       | CABRIO CONVT. GLS         | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 0                                | 87                                   |
| 2005                       | PASSAT GLS 1.8T           | CAMIONETILLA             | VOLKSWAGEN                | 0                                | 93                                   |
| 2003                       | SANTA FE GLS V6 4X2       | CAMIONETA                | HYUNDAI                   | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | ACCENT SE                 | AUTOMOVIL                | HYUNDAI                   | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | SANTA FE 3.5L 4X2         | CAMIONETA                | HYUNDAI                   | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | ACCENT GL SEDAN           | AUTOMOVIL                | HYUNDAI                   | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | EXCEL GL H/B              | AUTOMOVIL                | HYUNDAI                   | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | EXPLORER XLT (4X4)        | CAMIONETA<br>AGRIC.      | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | RANGER 4X2 XLT            | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | F-150 4X4 SUPER CAB       | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | F-250 LARIAT 4X4 SUP      | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | F150 TRITON               | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | YFM350X RAPTOR            | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |
| 2008                       | TT 230                    | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |
| 2000                       | YZF600                    | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |
| 2006                       | YZ250FSPV ANNV            | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |
| 2004                       | XV1700A                   | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2004                       | TT-R225S                  | MOTO                     | YAMAHA                    | 0                                | 87                                   |
| 1991                       | BLAZER 4*2 S10            | CAMIONETA<br>SPORT       | CHEVROLET                 | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | CAMARO COUPE              | AUTOMOVIL                | CHEVROLET                 | 10                               | 91                                   |
| 1998                       | ASTRO EXT PASS LS4X2      | MICROBUS                 | CHEVROLET                 | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | TAHOE 4X2                 | CAMIONETA                | CHEVROLET                 | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | BLAZER LS 4X2             | CAMIONETA                | CHEVROLET                 | 10                               | 87                                   |
| 2009                       | SILVERADO 1500 4X2        | PICK UP                  | CHEVROLET                 | 10                               | 87                                   |
| 2013                       | DM150                     | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2007                       | FT150                     | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2010                       | RT200                     | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2013                       | FT125 NEW SPORT           | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2012                       | GS150                     | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2013                       | CS125LED                  | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2011                       | FT150GT                   | MOTO                     | ITALIKA                   | 0                                | 89                                   |
| 2000                       | MONTERO 4X2 ES            | CAMIONETA                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | ENDEAVOR LS 4X4           | CAMIONETA                | MITSUBISHI                | 10                               | 93                                   |
| 1990                       | ECLIPSE H/B GS            | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 2012                       | LANCER SE                 | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1990                       | MIRAGE 2DR H/B            | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1992                       | MONTERO LS 4*4            | CAMIONETA                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1987                       | PRESIS LS                 | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | CREW CAB XE 4X2 FRONTIER  | PICK UP                  | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 2014                       | VERSA SV                  | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2007                       | VERSA 1.8 S H/B           | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | 4X4 K/C FRONTIER          | PICK UP                  | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1988                       | PULSAR XE H/B             | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | SENTRA LE LIMITED ED      | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 2007                       | MURANO SE AWD             | CAMIONETA                | NISSAN                    | 10                               | 91                                   |
| 2009                       | GT-R                      | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 93                                   |
| 2002                       | ALTIMA 2.5 S              | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | PATHFINDER-XE-V           | CAMIONETA<br>SPORT       | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1991                       | B2200 4X2 SE 5            | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | B3000 4X2 SE              | PICK UP                  | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | MAZDA3 SEDAN              | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | B2300 SE 4X2              | PICK UP                  | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1992                       | B2600I CAB PLUS SE-5      | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2009                       | MAZDA6I S                 | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2009                       | SPEED 3 HATCHBACK         | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 91                                   |
| 1993                       | 4X2 B2200                 | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2011                       | MAZDA SPEED 3             | CAMIONETILLA             | MAZDA                     | 10                               | 91                                   |
| 2001                       | B3000 DUAL SPORT          | PICK UP                  | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | PROTEGE ES 2.0            | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | MAZDA6S                   | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2014                       | PULSAR 135 LS             | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | BOXER CT DELUXE           | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2013                       | PLATINA BM 125            | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2005                       | PULSAR DTS-I              | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2014                       | DISCOVER 125 ST           | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2012                       | DISCOVER 150              | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2001                       | BOXER CT                  | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2011                       | BOXER BM125               | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2011                       | PLATINA BM125             | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | BOXER CT1                 | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2006                       | PULSAR DTS-I              | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2007                       | CT 100                    | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2009                       | BOXER-S                   | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2010                       | BOXER-BM125               | MOTO                     | BAJAJ                     | 0                                | 87                                   |
| 2012                       | AN125HK                   | MOTO                     | SUZUKI                    | 0                                | 90                                   |
| 2013                       | GRAND VITARA 2.4 JLX AT   | JEEP                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | DR-Z400E                  | MOTO                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2011                       | GRAN VITARA 2.4JLX 4X4 MT | JEEP                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | GRAND VITARA XL-7 4X2     | CAMIONETA                | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | GSX-R750K8                | MOTO                     | SUZUKI                    | 0                                | 91                                   |
| 2002                       | GZ 250                    | MOTO                     | SUZUKI                    | 0                                | 87                                   |
| 1993                       | 350 DR                    | MOTO                     | SUZUKI                    | 0                                | 87                                   |
| 1999                       | GRAND VITARA 4X4 HT JLX   | CAMIONETA                | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2005                       | GSXR600K5                 | MOTO                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | SAMURAI JL 4WD            | JEEP                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 1991                       | SAMURAI                   | JEEP                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 1988                       | SAMURAI STD HT 4X4        | JEEP                     | SUZUKI                    | 0                                | 87                                   |
| 1989                       | SEDAN SWIFT               | AUTOMOVIL                | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | SWIFT H/B                 | AUTOMOVIL                | SUZUKI                    | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1990                       | SIDEKICK JS 4WD           | JEEP                     | SUZUKI                    | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | SIDEKICK JX CONV 4X4      | JEEP                     | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | SIDEKICK SPORT 4X4 HT JLX | CAMIONETA                | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | SV1000SK                  | MOTO                     | SUZUKI                    | 0                                | 91                                   |
| 2006                       | GRAND VITARA 4X4          | CAMIONETA                | SUZUKI                    | 10                               | 87                                   |
| 1998                       | ACCORD COUPE EX           | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1998                       | PASSPORT 4X2              | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 2005                       | VTX1300S                  | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1991                       | LX CIVIC                  | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 2004                       | PILOT EX-L NAV 4X4        | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1993                       | CBR900                    | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | ACCORD EX                 | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | CRF150F3                  | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 93                                   |
| 2000                       | CR-V 4WD SE REALTIME      | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 2007                       | PILOT EX 4WD              | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | CIVIC LX SEDAN            | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | CBR600F3 RACING           | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | VTR 1000R                 | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2005                       | CBR 600RR                 | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | PASSPORT 4X4 V6           | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1994                       | PASSPORT 4WD LX           | CAMIONETA<br>SPORT       | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | PILOT LX 4X4              | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1986                       | CIVIC 4X4 WGN.            | CAMIONETILLA             | HONDA                     | 0                                | N                                    |
| 1997                       | CR-V SPORT 4X4            | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1997                       | CIVIC HX                  | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 2008                       | CRF100F                   | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | CIVIC HACH BACK DX        | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 86                                   |
| 1995                       | CBR900RR                  | MOTO                     | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | SIENNA LE                 | MICROBUS                 | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | LAND CRUISER 4WD FULL     | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | TACOMA 4X2 SX.            | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | TACOMA XC 4X4 SR5         | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | SEQUOIA LIMITED V8 I FORC | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | HIACE                     | PANEL                    | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 1987                       | HILUX XTRA CAB            | PICK UP                  | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | PREVIA 4X2 S/C DX         | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | PREVIA ALL TRAC S/C       | MICROBUS                 | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | TACOMA REGULAR CAB 4X2    | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1991                       | HILUX 4*4                 | PICK UP                  | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | TACOMA SR5 4X2 XTRA CAB   | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | TACOMA X/C 4X2 SR5        | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | T100 4X4                  | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | TACOMA XC 4X4 SR5         | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | ECHO H/B                  | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1991                       | PREVIA 4*4 DLX            | MICROBUS                 | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 1995                       | T100 DX 4X2 X/C           | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | RAV-4 L 4X2               | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1998                       | TACOMA LIMITED V6 4X4 X/C | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2011                       | PRADO                     | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |



*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LINEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1991                       | CAMRY SEDAN               | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | RAV-4 L LIMITED 4X2       | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | HI LUX CABINA SENCI       | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | TUNDRA DOBLE CABINA 4X2   | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | RAV4 4X4 SPORT UTILITY    | JEEP                     | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | TUNDRA CREWMAX 4X4 LTD    | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1985                       | TERCEL 4WD-SR5            | CAMIONETILLA             | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2005                       | SIENA LE                  | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | MATRIX XR                 | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | COROLLA-LE                | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | SOLARA SLE V6             | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | TUNDRA 4X2 SR5 ACCES      | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | TERCEL SEDAN DX           | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2006                       | RAV4 4X2                  | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | SR5 4X4 TUNDRA            | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | TUNDRA SR5 4X2 X/C        | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | COROLLA DLX ALL-TRAC      | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2007                       | V6 4WD HIGHLANDER         | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | ECHO 4DR                  | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | HIGHLANDER LIMITED 4X4    | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | RAV4 L 4X2                | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | TACOMA XTRA CAB SR5 4X4 V | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | RAV-4 4X2                 | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1990                       | COROLLA SED.              | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2001                       | CELICA GT LIFTBACK        | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1988                       | CELICA COUPE ST           | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 23*

| <b>MODELO VEHÍCULO</b> | <b>LINEA VEHÍCULO</b> | <b>TIPO VEHÍCULO</b> | <b>MARCA VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL MÁXIMO (%)</b> | <b>OCTANAJE MÍNIMO (AKI)</b> |
|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1995                   | TERCEL DX SED         | AUTOMOVIL            | TOYOTA                | 0                        | 87                           |
| 1997                   | T100 4X2 SR5          | PICK UP              | TOYOTA                | 10                       | 87                           |
| 1997                   | TACOMA LX             | PICK UP              | TOYOTA                | 0                        | 87                           |

**Tabla No. 24 Octanaje mínimo y etanol máximo, muestreo aleatorio simple**

| <b>MODELO VEHÍCULO</b> | <b>LINEA VEHÍCULO</b>     | <b>TIPO VEHÍCULO</b> | <b>MARCA VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL MÁXIMO (%)</b> | <b>OCTANAJE MÍNIMO (AKI)</b> |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 2003                   | ALFA 156                  | AUTOMOVIL            | ALFA-ROMEO            | 5                        | 93                           |
| 2008                   | Q7                        | CAMIONETA            | AUDI                  | 10                       | 93                           |
| 1993                   | 318IS                     | AUTOMOVIL            | BMW                   | 10                       | 93                           |
| 1998                   | ASTRO LS                  | MICROBUS             | CHEVROLET             | 10                       | 87                           |
| 1995                   | ASTRO MARK III            | MICROBUS             | CHEVROLET             | 0                        | 93                           |
| 1994                   | ASTRO VAN EXTENDED 4X4    | MICROBUS             | CHEVROLET             | 0                        | 93                           |
| 1992                   | CAVALIER-RS               | AUTOMOVIL            | CHEVROLET             | 0                        | 87                           |
| 1986                   | CHEVY VAN ASTRO           | PANEL                | CHEVROLET             | 0                        | 87                           |
| 1990                   | CORVETTE                  | AUTOMOVIL            | CHEVROLET             | 10                       | 92                           |
| 1992                   | LUMINA APV                | MICROBUS             | CHEVROLET             | 0                        | 87                           |
| 1999                   | SILVERADO 4 X 2           | PICK UP              | CHEVROLET             | 0                        | 87                           |
| 2005                   | SILVERADO LS CREW CAB 4X2 | PICK UP              | CHEVROLET             | 10                       | 87                           |
| 1993                   | SUBURBAN SILVERADO        | CAMIONETA            | CHEVROLET             | 10                       | 87                           |
| 2001                   | TAHOE LS 4X4              | CAMIONETA            | CHEVROLET             | 10                       | 87                           |
| 1998                   | TRACKER SPORT 4X2 HT      | JEEP                 | CHEVROLET             | 0                        | 87                           |
| 2005                   | TRAIL BLAZER LS 4X4       | CAMIONETA            | CHEVROLET             | 10                       | 87                           |

*Continuación tabla 24*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1996                       | CIRRUS SEDAN LX           | AUTOMOVIL                | CHRYSLER                  | 0                                | 87                                   |
| 2005                       | PT CRUISER TOURING EDIT.  | CAMIONETILLA             | CHRYSLER                  | 10                               | 93                                   |
| 2002                       | VOYAGER LX                | MICROBUS                 | CHRYSLER                  | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | 4X2 SPORT RAM 1500 ST     | PICK UP                  | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | GRAND CARAVAN ES          | MICROBUS                 | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | GRAND CARAVAN SPT 4X2 SE  | MICROBUS                 | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 1982                       | POWER RAM 4WD             | PICK UP                  | DODGE                     | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | RAM 2500 4X2              | PICK UP                  | DODGE                     | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | 4*2 RANGER XLT            | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | AEROSTAR-XL               | MICROBUS                 | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | E250 ECONOLINE TRITON 4X2 | PANEL                    | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2011                       | EDGE SEL 4X2              | CAMIONETA                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | ESCAPE 4X2 XLT            | CAMIONETA                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1998                       | ESCORT ZX2 SPORT          | AUTOMOVIL                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1993                       | ESCORT. LX                | CAMIONETILLA             | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | EXPEDITION EDDIE BAUER4X2 | CAMIONETA                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1991                       | EXPLORER 4X4 V6 XLT       | CAMIONETA                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | F150 XLT EXTENDED CAB 4X4 | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | FOCUS ZX3 H/C             | AUTOMOVIL                | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | PROBE SE                  | AUTOMOVIL                | FORD                      | 10                               | 93                                   |
| 1998                       | RANGER 4X2 XLT            | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | RANGER S/CAB XLT 4X2      | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1993                       | RANGER XL 4X4             | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | RANGER XLT S/C 4X2        | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1990                       | SUPER CAB 4X4 RANGER      | PICK UP                  | FORD                      | 10                               | 87                                   |

*Continuación tabla 24*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1996                       | WINDSTAR                  | MICROBUS                 | FORD                      | 10                               | 87                                   |
| 1992                       | 4X2 TRACKER               | JEEP                     | GEO                       | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | PRIZM STANDARD            | AUTOMOVIL                | GEO                       | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | TRACKER SPT 4X2 HT        | JEEP                     | GEO                       | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | SONOMA SLS 42X E/C        | PICK UP                  | GMC                       | 0                                | 93                                   |
| 1998                       | ACCORD LX                 | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | ACCORD V6                 | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | CIVIC LX-MT               | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1985                       | CIVIC-S                   | AUTOMOVIL                | HONDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2001                       | CRV 4X2 LS SPORT          | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | CR-V LX REAL TIME 4WD     | CAMIONETA                | HONDA                     | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | H3 SUV                    | CAMIONETA                | HUMMER                    | 10                               | 87                                   |
| 1986                       | EXCEL GLS SEDAN           | AUTOMOVIL                | HYUNDAI                   | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | 4X4 LS TROOPER            | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1987                       | 4X4 TROOPER STD           | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 2008                       | I 370 4X2                 | PICK UP                  | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | RODEO 4X4 S               | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | RODEO LS 4X4 V6           | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1998                       | RODEO LS 4X4 V6           | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | RODEO LS 4X4 V6           | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1992                       | RODEO XS V6               | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |
| 1985                       | TROOPER 4X4               | CAMIONETA                | ISUZU                     | 0                                | 87                                   |
| 1988                       | TROOPER ITLS              | CAMIONETA                | ISUZU                     | 10                               | 87                                   |

*Continuación tabla 24*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1986                       | JAGUAR XJS                | AUTOMOVIL                | JAGUAR                    | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | X-TYPE 2.0                | AUTOMOVIL                | JAGUAR                    | 10                               | 93                                   |
| 1988                       | 4WD CHEROKEE              | CAMIONETA                | JEEP                      | 10                               | 87                                   |
| 1985                       | CHEROKEE 4X2              | CAMIONETA<br>SPORT       | JEEP                      | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | CHEROKEE RENEGADE         | CAMIONETA                | JEEP                      | 10                               | 87                                   |
| 2005                       | GRAND CHEROKEE LIMT 4X4   | CAMIONETA                | JEEP                      | 10                               | 87                                   |
| 1984                       | WAGONEER CUSTOM           | CAMIONETA                | JEEP                      | 0                                | 87                                   |
| 2005                       | WRANGLER SPORT RUBICON    | JEEP                     | JEEP                      | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | 4X2 SPORTAGE              | CAMIONETA                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | SPECTRA H/B GS            | AUTOMOVIL                | KIA                       | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | IS300                     | AUTOMOVIL                | LEXUS                     | 10                               | 93                                   |
| 1995                       | TOWNCAR                   | LIMOSINA                 | LINCOLN                   | 10                               | 87                                   |
| 2013                       | 2 HATCHBACK AUTOMATICO    | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | 323-SE                    | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1984                       | 4*2 B2000                 | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1992                       | 4WD MPV                   | MICROBUS                 | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1991                       | 4X2 B2600 C/P             | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1993                       | 626 DX                    | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 93                                   |
| 2001                       | 626 ES V6                 | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 93                                   |
| 1987                       | 626 GT H/B                | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1985                       | 626 LX H/B                | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1993                       | 626 SEDAN DX              | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 93                                   |
| 1993                       | B2200                     | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | B2300 4X2 BASE            | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |

*Continuación tabla 24*

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1999                       | B2500 C/P4X2 SE           | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1988                       | B-2600 4X4                | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | B300 C/P 4X4              | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1999                       | B3000 C/P SE V6 4X2       | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | B3000 C/P V6 4X2 SE       | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2000                       | B3000 SE 4X2 CAB PLUS     | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1997                       | B4000 4X2 X/C             | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | B4000 V6 LE 4X4 CAB PLUS  | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1996                       | B4000 V6 SE C/P 4X4       | PICK UP                  | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2004                       | MPV LX                    | MICROBUS                 | MAZDA                     | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | MPV V6                    | MICROBUS                 | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1993                       | MPV WGN                   | MICROBUS                 | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2008                       | MX-5 CONVERTIBLE          | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 10                               | 93                                   |
| 2001                       | PROTEGE                   | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1999                       | PROTEGE DX                | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1998                       | PROTEGE DX                | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | PROTEGE LX 2.0            | AUTOMOVIL                | MAZDA                     | 0                                | 87                                   |
| 1986                       | 560SL                     | AUTOMOVIL                | MERCEDES-BENZ             | 0                                | 92                                   |
| 2002                       | C 320                     | AUTOMOVIL                | MERCEDES-BENZ             | 10                               | 93                                   |
| 2001                       | CLK320                    | AUTOMOVIL                | MERCEDES-BENZ             | 10                               | 93                                   |
| 1993                       | VILLAGER GS               | MICROBUS                 | MERCURY                   | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | DIAMANTE VR-X             | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 93                                   |
| 2003                       | ECLIPSE SPIDER CONV GS    | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 93                                   |
| 1992                       | EXPO WGN. BASE 4X2        | CAMIONETILLA             | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |

Continuación tabla 24

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2000                       | GALANT GTZ                | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 93                                   |
| 1987                       | LANCER                    | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1992                       | MIRAGE SE H/B             | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | MIRGAGE COUPE S           | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | MONTERO SPORT XS 4X4      | CAMIONETA                | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1989                       | PRECIS                    | AUTOMOVIL                | MITSUBISHI                | 0                                | 87                                   |
| 1988                       | WAGON LS                  | MICROBUS                 | MITSUBISHI                | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | 200 SX CPE BASE           | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 2004                       | 4X2 XE FRONTIER           | PICK UP                  | NISSAN                    | 10                               | 93                                   |
| 2002                       | FRONTIER K/C XE           | PICK UP                  | NISSAN                    | 0                                | 93                                   |
| 2003                       | FRONTIER K/C XE V6 4X2    | PICK UP                  | NISSAN                    | 0                                | 93                                   |
| 2003                       | PATHFINDER                | CAMIONETA                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | PATHFINDER LE 4X4 V6      | CAMIONETA                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | PATHFINDER SE 4X4         | CAMIONETA                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1990                       | PATHFINDER SE-V6 4X4      | CAMIONETA                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1989                       | PULSAR HATCHBACK          | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 2002                       | R-50 PATHFINDER           | CAMIONETA                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | SENTRA 2.0 S              | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 2010                       | SENTRA B13                | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | SENTRA EDITION LTD        | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1987                       | SENTRA SED. E.            | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1991                       | SENTRA SED. XE            | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | SENTRA SE-R/SPEC V        | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1994                       | SENTRA SUP.SALO           | AUTOMOVIL                | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |
| 1987                       | SENTRA XE                 | CAMIONETILLA             | NISSAN                    | 0                                | 87                                   |

|      |          |           |        |    |    |
|------|----------|-----------|--------|----|----|
| 2014 | VERSA SV | AUTOMOVIL | NISSAN | 10 | 87 |
|------|----------|-----------|--------|----|----|

**Continuación tabla 24**

| <b>MODELO VEHICULO</b> | <b>LINEA VEHICULO</b>     | <b>TIPO VEHICULO</b> | <b>MARCA VEHICULO</b> | <b>ETANOL MAXIMO (%)</b> | <b>OCTANAJE MÍNIMO (AKI)</b> |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 2002                   | XTERRA 4X2                | CAMIONETA            | NISSAN                | 0                        | 93                           |
| 2009                   | 207 COMPACT XS LINE       | AUTOMOVIL            | PEUGEOT               | 10                       | 95                           |
| 2009                   | 308 PREMIUM               | AUTOMOVIL            | PEUGEOT               | 10                       | 95                           |
| 1986                   | FIERO SE                  | AUTOMOVIL            | PONTIAC               | 0                        | 87                           |
| 2004                   | CAYENNE TURBO 4X4         | CAMIONETA            | PORSCHE               | 10                       | 93                           |
| 2002                   | VUE                       | CAMIONETA            | SATURN                | 10                       | 87                           |
| 2006                   | XB WAGON 4X2              | CAMIONETILLA         | SCION                 | 10                       | 87                           |
| 2007                   | IBIZA                     | AUTOMOVIL            | SEAT                  | 10                       | 91                           |
| 2003                   | BAJA AWD                  | PICK UP              | SUBARU                | 10                       | 87                           |
| 1998                   | IMPREZA OUTBACK AWD WHEEL | CAMIONETILLA         | SUBARU                | 10                       | 87                           |
| 1994                   | SAMURAI JL 4WD            | JEEP                 | SUZUKI                | 10                       | 87                           |
| 1987                   | SAMURAI STD. 4X           | JEEP                 | SUZUKI                | 10                       | 87                           |
| 1989                   | SIDEKICK HT JX 4*4        | JEEP                 | SUZUKI                | 10                       | 87                           |
| 1991                   | SIDEKICK JLX 4X           | JEEP                 | SUZUKI                | 10                       | 87                           |
| 1982                   | SJ410 4X4                 | JEEP                 | SUZUKI                | 10                       | 87                           |
| 2008                   | SWIFT GLT 1.5 AT          | AUTOMOVIL            | SUZUKI                | 0                        | 93                           |
| 2001                   | VITARA 4X4                | CAMIONETA            | SUZUKI                | 0                        | 87                           |
| 1999                   | VITARA JS 4X2 CONVERTIBLE | JEEP                 | SUZUKI                | 0                        | 87                           |
| 1997                   | 4 RUNNER 4*4              | CAMIONETA SPORT      | TOYOTA                | 10                       | 87                           |
| 1990                   | 4 RUNNER 4*4 SR5          | CAMIONETA            | TOYOTA                | 0                        | 87                           |
| 1995                   | 4*4 TACOMA SX             | PICK UP              | TOYOTA                | 10                       | 87                           |
| 1989                   | 4RUNNER EFI SR5 4X4       | CAMIONETA            | TOYOTA                | 0                        | 87                           |
| 1996                   | 4RUNNER SR5 V6 4WD        | CAMIONETA            | TOYOTA                | 0                        | 87                           |
| 1993                   | 4X4 LAND CRUISER          | CAMIONETA            | TOYOTA                | 10                       | 87                           |



Continuación tabla 24

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1998                       | 4X4 X/C SR5 TACOMA        | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | CAMRY LE V6               | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2009                       | CAMRY SE                  | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1982                       | COROLA                    | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 2003                       | COROLLA SEDAN S           | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 93                                   |
| 2003                       | HIGHLANDER LTD. 4X2       | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1982                       | HILUX 4WD                 | PICK UP                  | TOYOTA                    | 0                                | 87                                   |
| 1992                       | LAND CRUISER 4X4 FULL TIM | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2004                       | PASSO                     | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 92                                   |
| 1993                       | PREVIA DX                 | MICROBUS                 | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | PREVIA LE SC ALL TRAC     | MICROBUS                 | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | RAV 4 SPORT 4X2           | JEEP                     | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1999                       | RAV 4*2                   | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | RAV4 2WD                  | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2005                       | RAV4 BASE 4X4             | CAMIONETA                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1993                       | T 100 4X4                 | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | T100 4X2 BASE             | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1994                       | T100 STD 4X2              | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | TACOMA 4X2                | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | TACOMA 4X2 A/C SR5        | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | TACOMA DOUBLE CAB 4X4     | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1997                       | TACOMA LX 4X4 K           | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1995                       | TACOMA LX X C 4X2         | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | TACOMA PRERUNNER V6       | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2003                       | TACOMA SR5 V6 4X4 X/C     | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |

Continuación  
tabla 24

| <b>MODELO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>LÍNEA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>TIPO<br/>VEHÍCULO</b> | <b>MARCA<br/>VEHÍCULO</b> | <b>ETANOL<br/>MÁXIMO<br/>(%)</b> | <b>OCTANAJE<br/>MÍNIMO<br/>(AKI)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1999                       | TACOMA SR5 X/C PRERUNNER  | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1984                       | TERCEL 4 WD               | CAMIONETILLA             | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1987                       | TERCEL CPE. STD           | AUTOMOVIL                | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2000                       | TUNDRA ACC CAB 4X2 SR5    | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 2006                       | TUNDRA SR5 EXTRA CAB 4X2  | PICK UP                  | TOYOTA                    | 10                               | 87                                   |
| 1985                       | GTI                       | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 0                                | 87                                   |
| 1989                       | GTI                       | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | GTI 337                   | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 93                                   |
| 1993                       | JETTA - GLS               | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 87                                   |
| 2002                       | JETTA GLS 1.8T            | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 93                                   |
| 1989                       | JETTA SEDAN 4D GL         | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 87                                   |
| 1996                       | PASSAT                    | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 87                                   |
| 2007                       | RABBIT HATCHBACK          | AUTOMOVIL                | VOLKSWAGEN                | 10                               | 87                                   |
| 2001                       | S40 1.9 T                 | AUTOMOVIL                | VOLVO                     | 10                               | 93                                   |
| 2005                       | S60 2.5 T AWD             | AUTOMOVIL                | VOLVO                     | 10                               | 93                                   |
| 2004                       | S60 25 T                  | AUTOMOVIL                | VOLVO                     | 10                               | 93                                   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No. 25 Resumen de vehículos cuyo manual recomienda el uso de E10**

| <b>Marca</b> | <b>Modelos y líneas</b> |                           |
|--------------|-------------------------|---------------------------|
| AUDI         | 2008                    | Q7                        |
| BMW          | 1993                    | 318IS                     |
| CHEVROLET    | 1998                    | ASTRO LS                  |
|              | 1990                    | CORVETTE                  |
|              | 2005                    | SILVERADO LS CREW CAB 4X2 |
|              | 1993                    | SUBURBAN SILVERADO        |
|              | 2001                    | TAHOE LS 4X4              |
|              | 2005                    | TRAIL BLAZER LS 4X4       |
| CHRYSLER     | 2005                    | PT CRUISER TOURING EDIT.  |
|              | 2002                    | VOYAGER LX                |
| DODGE        | 2002                    | 4X2 SPORT RAM 1500 ST     |
|              | 2003                    | GRAND CARAVAN ES          |
|              | 1999                    | GRAND CARAVAN SPT 4X2 SE  |
|              | 1996                    | RAM 2500 4X2              |
| FORD         | 1995                    | 4*2 RANGER XLT            |
|              | 1989                    | AEROSTAR-XL               |
|              | 1995                    | E250 ECONOLINE TRITON 4X2 |
|              | 2011                    | EDGE SEL 4X2              |
|              | 2008                    | ESCAPE 4X2 XLT            |
|              | 1998                    | ESCORT ZX2 SPORT          |
|              | 1993                    | ESCORT. LX                |
|              | 2002                    | EXPEDITION EDDIE BAUER4X2 |
|              | 1991                    | EXPLORER 4X4 V6 XLT       |
|              | 1997                    | F150 XLT EXTENDED CAB 4X4 |
|              | 2000                    | FOCUS ZX3 H/C             |
|              | 1995                    | PROBE SE                  |

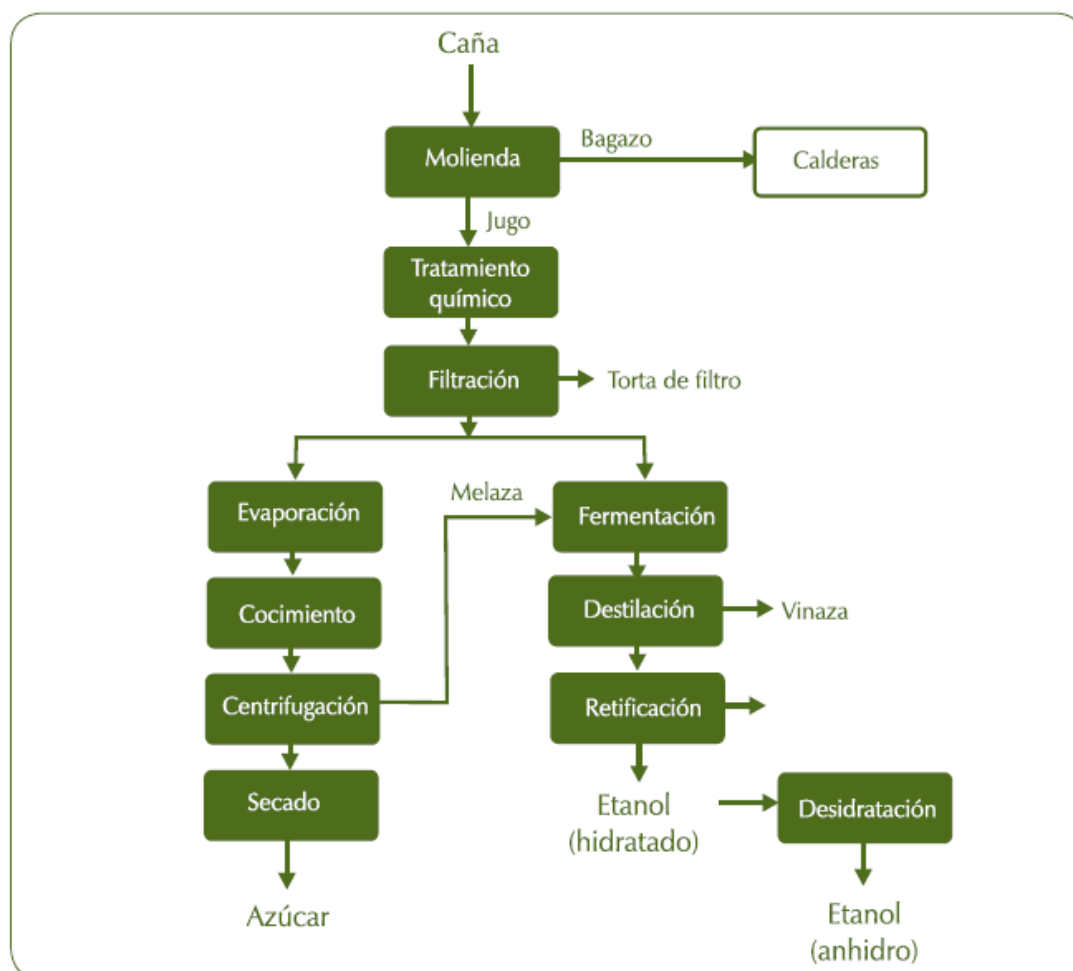
| <b>Continuación tabla 25</b> | <b>Modelos y líneas</b> |                        |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Marca</b>                 |                         |                        |
| FORD                         | 1998                    | RANGER 4X2 XLT         |
|                              | 1994                    | RANGER S/CAB XLT 4X2   |
|                              | 1993                    | RANGER XL 4X4          |
|                              | 2000                    | RANGER XLT S/C 4X2     |
|                              | 1990                    | SUPER CAB 4X4 RANGER   |
|                              | 2003                    | SUT F-150 LIGHTING 4X2 |
|                              | 1996                    | WINDSTAR               |
| HONDA                        | 1998                    | ACCORD LX              |
|                              | 2000                    | ACCORD V6              |
|                              | 1996                    | CIVIC LX-MT            |
|                              | 2001                    | CRV 4X2 LS SPORT       |
|                              | 2000                    | CR-V LX REAL TIME 4WD  |
| HUMMER                       | 2006                    | H3 SUV                 |
| ISUZU                        | 1996                    | 4X4 LS TROOPER         |
|                              | 1987                    | 4X4 TROOPER STD        |
|                              | 2008                    | I 370 4X2              |
|                              | 2002                    | RODEO 4X4 S            |
|                              | 1995                    | RODEO LS 4X4 V6        |
|                              | 1998                    | RODEO LS 4X4 V6        |
|                              | 1999                    | RODEO LS 4X4 V6        |
|                              | 1992                    | RODEO XS V6            |
|                              | 1988                    | TROOPER ITLS           |
| JAGUAR                       | 2003                    | X-TYPE 2.0             |
| JEEP                         | 1988                    | 4WD CHEROKEE           |
|                              | 2003                    | CHEROKEE RENEGADE      |

| <b>Continuación tabla 25</b> |                         |                         |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Marcas</b>                | <b>Modelos y líneas</b> |                         |
| JEEP                         | 2005                    | GRAND CHEROKEE LIMT 4X4 |
|                              | 2005                    | WRANGLER SPORT RUBICON  |
| KIA                          | 2000                    | 4X2 SPORTAGE            |
|                              | 2001                    | SPECTRA H/B GS          |
| LEXUS                        | 2002                    | IS300                   |
| LINCOLN                      | 1995                    | TOWNCAR                 |
| MAZDA                        | 2013                    | 2 HATCHBACK AUTOMATICO  |
|                              | 2004                    | MPV LX                  |
|                              | 2008                    | MX-5 CONVERTIBLE        |
| MERCEDES-BENZ                | 2002                    | C 320                   |
|                              | 2001                    | CLK320                  |
| MERCURY                      | 1993                    | VILLAGER GS             |
| MITSUBISHI                   | 2003                    | DIAMANTE VR-X           |
|                              | 2003                    | ECLIPSE SPIDER CONV GS  |
|                              | 1992                    | EXPO WGN. BASE 4X2      |
|                              | 2000                    | GALANT GTZ              |
|                              | 1987                    | LANCER                  |
|                              | 1992                    | MIRAGE SE H/B           |
|                              | 1994                    | MIRGAGE COUPE S         |
|                              | 2001                    | MONTERO SPORT XS 4X4    |
| NISSAN                       | 1988                    | WAGON LS                |
|                              | 2004                    | 4X2 XE FRONTIER         |
|                              | 2003                    | PATHFINDER              |
|                              | 2004                    | PATHFINDER SE 4X4       |
|                              | 2002                    | R-50 PATHFINDER         |
|                              | 2007                    | SENTRA 2.0 S            |
|                              | 2010                    | SENTRA B13              |
| 2014                         | VERSA SV                |                         |

| <b>Continuación tabla 25</b> | <b>Modelos y líneas</b> |                           |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Marcas</b>                |                         |                           |
|                              | 2009                    | 207 COMPACT XS LINE       |
| PEUGEOT                      | 2009                    | 308 PREMIUM               |
| PORSCHE                      | 2004                    | CAYENNE TURBO 4X4         |
| SATURN                       | 2002                    | VUE                       |
| SCION                        | 2006                    | XB WAGON 4X2              |
| SEAT                         | 2007                    | IBIZA                     |
| SUBARU                       | 2003                    | BAJA AWD                  |
|                              | 1998                    | IMPREZA OUTBACK AWD WHEEL |
| SUZUKI                       | 1994                    | SAMURAI JL 4WD            |
|                              | 1987                    | SAMURAI STD. 4X           |
|                              | 1989                    | SIDEKICK HT JX 4*4        |
|                              | 1991                    | SIDEKICK JLX 4X           |
|                              | 1982                    | SJ410 4X4                 |
| TOYOTA                       | 1997                    | 4 RUNNER 4*4              |
|                              | 1995                    | 4*4 TACOMA SX             |
|                              | 1993                    | 4X4 LAND CRUISER          |
|                              | 1998                    | 4X4 X/C SR5 TACOMA        |
|                              | 1995                    | CAMRY LE V6               |
|                              | 2009                    | CAMRY SE                  |
|                              | 2003                    | COROLLA SEDAN S           |
|                              | 2003                    | HIGHLANDER LTD. 4X2       |
|                              | 1992                    | LAND CRUISER 4X4 FULL TIM |
|                              | 2004                    | PASSO                     |
|                              | 1993                    | PREVIA DX                 |
|                              | 1994                    | PREVIA LE SC ALL TRAC     |
|                              | 1996                    | RAV 4 SPORT 4X2           |
|                              | 1999                    | RAV 4*2                   |
|                              | 2003                    | RAV4 2WD                  |
|                              | 2005                    | RAV4 BASE 4X4             |

| <b>Continuación tabla 25</b> |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Marcas</b>                | <b>Modelos y líneas</b>       |
| TOYOTA                       | 1993 T 100 4X4                |
|                              | 1997 T100 4X2 BASE            |
|                              | 1994 T100 STD 4X2             |
|                              | 2002 TACOMA 4X2               |
|                              | 2006 TACOMA 4X2 A/C SR5       |
|                              | 2002 TACOMA DOUBLE CAB 4X4    |
|                              | 1997 TACOMA LX 4X4 K          |
|                              | 1995 TACOMA LX X C 4X2        |
|                              | 2000 TACOMA PRERUNNER V6      |
|                              | 2003 TACOMA SR5 V6 4X4 X/C    |
|                              | 1999 TACOMA SR5 X/C PRERUNNER |
|                              | 1984 TERCEL 4 WD              |
|                              | 1987 TERCEL CPE. STD          |
|                              | 2000 TUNDRA ACC CAB 4X2 SR5   |
|                              | 2006 TUNDRA SR5 EXTRA CAB 4X2 |
| VOLKSWAGEN                   | 1989 GTI                      |
|                              | 2002 GTI 337                  |
|                              | 1993 JETTA - GLS              |
|                              | 2002 JETTA GLS 1.8T           |
|                              | 1989 JETTA SEDAN 4D GL        |
|                              | 1996 PASSAT                   |
|                              | 2007 RABBIT HATCHBACK         |
| VOLVO                        | 2001 S40 1.9 T                |
|                              | 2005 S60 2.5 T AWD            |
|                              | 2004 S60 25 T                 |

Grafica No.15 Proceso de producción de alcohol de caña de azúcar

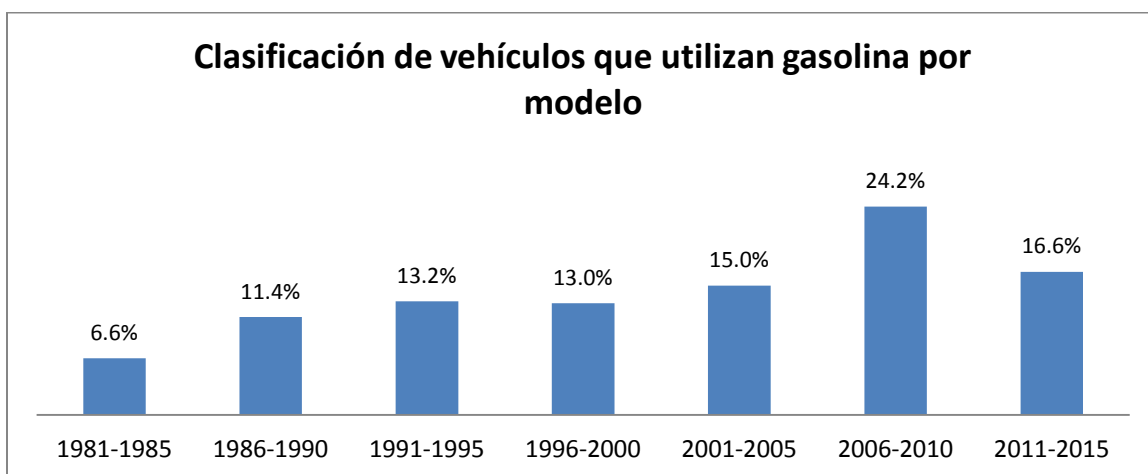


Fuente: "Bioetanol de Caña de Azúcar Energía para el Desarrollo Sostenible"

Coordinación BNDES y CGEE. 2008



Gráfica No. 16 Clasificación de vehículos que utilizan gasolina por agrupación de modelos



Fuente: Elaboración propia a partir de documento "INE PARQUE VEHICULAR 180214"