

Resultados de la evaluación técnica y ambiental del uso de etanol en la gasolina en Guatemala

Gamaliel Zambrano^{1,*}, Eddy Melendez¹ y Aida Lorenzo²

¹Centro de Procesos Industriales Universidad del Valle de Guatemala; 18 Av. 11-95 zona 15, Vista Hermosa III, Guatemala, Guatemala 01015; PBX: (502) 2507-1500

²Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala; Diagonal 6 12-42 Zona 10, Edificio Desing Center, Torre 2, Oficina 406, Guatemala, Guatemala 01010; Teléfono (502) 2214-6616

*Correo electrónico de contacto: zambrano@uvg.edu.gt

Cita: Zambrano, G., Melendez, E., Lorenzo, A. (2021). Resultados de la evaluación técnica y ambiental del uso de etanol en la gasolina en Guatemala. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático–Yu'am*, 5(1): 43-55

Recibido: 04/03/2021 **Aceptado:** 31/05/2021 **Publicado:** 30/06/2021

Resumen

El presente artículo científico fue realizado con el fin de evaluar la factibilidad técnica y ambiental de la utilización de etanol en mezcla con gasolina en vehículos representativos del parque vehicular de Guatemala. La metodología utilizada consistió en evaluaciones mecánicas de todos los vehículos para asegurar el correcto funcionamiento de cada vehículo al inicio del estudio, y análisis de calidad de las mezclas de combustibles utilizadas. La evaluación mecánica fue realizada con un análisis de la computadora de cada vehículo, y parámetros que afectan la combustión en el vehículo como los niveles de aceite, el funcionamiento de las bujías, y el estado de los filtros de aire, gasolina, y aceite. La factibilidad medioambiental del biocombustible de etanol se midió analizando la composición de los gases de combustión en cada uno de los vehículos, y a la vez se comparó la concentración con gasolina pura (E0), y con mezclas de etanol con gasolina en un 5% en volumen (Ecopower E5), y en un 10% (Ecopower E10). Ambas mezclas de etanol con gasolina redujeron la concentración de cinco componentes medidos utilizando un analizador de gases, marca *Enerac* 700. La mezcla de Ecopower E10, redujo la concentración de emisiones en un 74.17% para los hidrocarburos, 71.74% Monóxido de Carbono, 54.18% Dióxido de Azufre, 39.96% Óxidos de Nitrógeno, y 21.17% Dióxido de Carbono. Los resultados demuestran que

el etanol actúa como un oxigenante para la mezcla de combustible, reduciendo los compuestos tóxicos representativos de una combustión incompleta.

Palabras clave: analizador de gases, biocombustibles, etanol, gases de combustión, Guatemala, reducción de emisiones.

Abstract

The present article was carried out to evaluate ethanol blends' technical and environmental feasibility with gasoline in representative vehicles of the Guatemalan vehicle fleet. The methodology used consisted of mechanical evaluations of all vehicles to ensure each vehicle's correct operation at the beginning of the study and quality analysis of the blended fuels used. The mechanical assessment was carried out with an analysis of each vehicle's computer and parameters that affect the combustion in the car, such as oil levels, the operation of the spark plugs, and the condition of the oxygen, gasoline, and oil filters. The environmental feasibility of ethanol biofuel was measured by analyzing the composition of combustion gases in each vehicle. At the same time, the concentration was compared with pure gasoline (E0) and with mixtures of ethanol with gasoline in 5% in volume (Ecopower E5) and 10% (Ecopower E10). Both blends of ethanol with gasoline reduced the concentration of five components measured using a gas analyzer, Enerac 700 brand. The Ecopower E10 blend reduced the concentration of emissions by 74.17% for hydrocarbons, 71.74% Carbon Monoxide, 54.18% Sulfur Dioxide, 39.96% Nitrogen Oxides, and 21.17% Carbon Dioxide. The results demonstrate that ethanol acts as an oxygenator for the fuel mixture, reducing the toxic compounds representing incomplete combustion.

Key words: biofuels, combustion gases, emission reductions, ethanol, gas analyzer, Guatemala.

Introducción

El etanol es un alcohol producido de la fermentación de materia prima agrícola (e.g., almidones, azúcares o celulosas), se puede usar en el sector industrial para la elaboración de bebidas y como combustible, puro o mezclado con gasolina, para transporte. El uso de etanol en los vehículos empezó con el diseño del modelo T de Henry Ford, en el año 1908, el cual estaba diseñado para funcionar con etanol, pero debido a la abundancia y bajo precio del petróleo este automóvil pasó a utilizar gasolina pura. El etanol como combustible se usa como

aditivo para mejorar el octanaje¹ y oxigenante en las gasolinas. A nivel internacional una gasolina “regular” tiene un octanaje RON² de 91 y la gasolina “superior” de 95. El etanol tiene un octanaje de 102-130 octanos, lo cual al momento agregarlo a la gasolina aumenta el octanaje de la mezcla y la molécula de oxígeno que posee el etanol hace que mejore la combustión en el motor; es decir, el proceso de combustión se vuelve más eficiente y con ello se reducen las emisiones de gases tóxicos, como el CO e hidrocarburos en el tubo de escape. El aumento de octanaje mejorará problemas mecánicos, producidos por la utilización de un

1. El octanaje es la escala que permite medir la capacidad antidetonante de un combustible, cuando se comprime dentro del motor.
2. El RON o Research Octane Number, es el número de octanaje medido a revoluciones lentas del motor y temperaturas de aire bajas.

combustible con un bajo índice de octanaje o detonación prematura del combustible. Además de sus propiedades de octanaje, el etanol tiene una menor presión de vapor. Esta característica asegura que el etanol tenga menor evaporación de producto en comparación a la gasolina.

Otra de las ventajas que tiene el uso de etanol como aditivo oxigenante en la mezcla de combustible, es reemplazar el uso de Metil ter-butil eter (MTBE), otro aditivo también utilizado en las mezclas de combustible para mejorar el número de octanaje y la oxigenación de la mezcla. El Metil ter-butil eter (MTBE) tiene propiedades tóxicas y es un contaminante importante de cuerpos de agua y el suelo.

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el 14% de las emisiones directas de gases de efecto invernadero³ provienen del sector transporte, el cual por más de 120 años ha utilizado gasolina en los vehículos de combustión interna. Con el aumento de los efectos negativos del cambio climático, el mundo está buscando alternativas renovables y sostenibles no solo para sector de energía eléctrica, sino también para el sector de transporte. El uso de etanol en la gasolina es una opción que ha ido avanzando y ha adquirido importancia; por ejemplo, la experiencia internacional ha demostrado que el uso de un 10% de etanol en la gasolina no requiere modificaciones a los vehículos para su uso, pero brinda considerables ventajas. Actualmente, el etanol es utilizado en más de 40 países en el mundo, se ha usado por más de cuatro décadas, existe mucha información técnica y científica sobre los beneficios ambientales, económicos, sociales y de salud que genera su uso.

Como se mencionó anteriormente, el etanol puede ser generado a partir de materia prima

agrícola (e.g., almidones y azúcares presentes en la caña de azúcar, maíz, sorgo, trigo, cebada, papa o remolacha). En Guatemala, el etanol se produce principalmente de la caña de azúcar, específicamente de la melaza, un subproducto de la producción de azúcar. Por otro lado, uno de los subproductos obtenidos en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar, es el bagazo⁴. El bagazo son residuos utilizados para la creación de energía eléctrica. La mayoría de los ingenios azucareros en Guatemala utilizan los residuos de la caña (bagazo) en procesos de cogeneración de calor y electricidad, por lo que el análisis de ciclo de vida de la caña de azúcar posee menores emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con otras materias primas utilizadas para el mismo objetivo. La mayor parte de los gases de combustión relacionados con la utilización de etanol consisten en compuestos nitrogenados, dióxido de carbono y agua. Estos tres componentes no son tóxicos para la salud humana.

Por el contrario, las emisiones de la gasolina, en su mayoría producto de la combustión, están compuesta de gases o sustancias dañinas para la salud humana. Además, se ha comprobado que la combustión de gasolina genera una mayor cantidad de partículas sólidas, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles o hidrocarburos no quemados y otra variedad de contaminantes del aire. Según lo mencionado las emisiones de gases de combustión del etanol o mezclas de etanol son generalmente menores a las comparadas con combustibles fósiles como la gasolina. Por lo tanto, el etanol, al usarse como aditivo, puede reducir estas emisiones que agravan problemas de calidad del aire, especialmente en áreas urbanas.

A pesar de tener la capacidad instalada de producir alrededor de 65 millones de galones

3 Los gases que contribuyen al efecto invernadero son los gases en la atmósfera que bloquean el calor proveniente del sol que es recibido por la tierra y no permiten que escape. El efecto invernadero es un fenómeno natural y beneficioso para los seres vivos, pero la acción del hombre ha aumentado la presencia de los gases de efecto invernadero en la atmósfera —principalmente, dióxido de carbono y metano—, haciendo que retengan más calor e incrementando la temperatura del planeta (el calentamiento global).

4 El bagazo es un residuo de materia fibrosa que queda después de que se ha extraído el jugo.

de etanol al año, lo cual sería suficiente para realizar una mezcla de E5 (5% de etanol y 95% de gasolina) e incluso un E10 (10% de etanol y 90% de gasolina), Guatemala no usa su propio etanol y es importador del 100% de los combustibles derivados del petróleo utilizados en el país. Todo el etanol producido en Guatemala es exportado a países de la Unión Europea y los Estados Unidos, principalmente. Estos países tienen metas muy exigentes en relación con la reducción de emisiones en el sector transporte, sobre todo la calidad de aire, por lo que compran etanol que tengan certificados de sostenibilidad, lo que incluye prácticas de cero deforestación, cumplimiento legal de derechos laborales y exigen reducción de emisión de gases de efecto de invernadero en todo ciclo de vida relacionado a la producción. El etanol en Guatemala es producido de melaza, un subproducto de la producción del azúcar y cuenta con certificaciones de sostenibilidad. Por consiguiente, en Guatemala, el uso de su propio etanol podría generar muchos beneficios ambientales, económicos y sociales.

Con el objetivo de evaluar el uso potencial del etanol en la gasolina, las autoridades guatemaltecas decidieron realizar un proyecto piloto para comprobar científicamente los beneficios y luego establecer una los diferentes pasos a seguir para definir la agenda política para su implementación.

Así, en agosto del 2020 fue lanzado el proyecto Movilidad Verde, que es un proyecto liderado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ejecutado por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) y con el apoyo de la Municipalidad de Guatemala y la Asociación de Combustibles Renovables (ACR). El proyecto Movilidad Verde permitirá poner a prueba por diez semanas el uso de “Ecopower”, gasolina mezclada con etanol avanzado⁵, en 34 vehículos representativos del

parque vehicular de Guatemala. En cada uno de estos vehículos se realizarán mediciones de concentración de gases como el monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos (HC) y sulfuro de hidrógeno (SO₂). Se compararán las concentraciones de emisiones de gases emitidas para mezclas de gasolina con etanol: E5, E10 y una línea base de E0 que no posee etanol.

Finalmente, el rendimiento de cada uno de los vehículos fue analizado para poder evaluar la diferencia de kilómetros recorridos por cada vehículo en comparación con la línea base de gasolina. Estas medidas también serán utilizadas para confirmar que el etanol no produce ningún daño en los vehículos que representan el parque vehicular guatemalteco. El siguiente artículo busca analizar el impacto positivo que tiene la mezcla de etanol y gasolina en el medio ambiente y calidad del aire, al demostrar la reducción de concentración en los gases de combustión emitidos por los vehículos. Además de evaluar el rendimiento mecánico en los vehículos, y confirmar el funcionamiento correcto de la nueva mezcla de combustible propuesta en Guatemala.

Metodología

Evaluación mecánica

La evaluación mecánica fue realizada para obtener un diagnóstico inicial de los vehículos de la muestra. La metodología de la evaluación mecánica consistió en una evaluación con computadora, para poder observar posibles fallas electrónicas en el sistema relacionado con la combustión en el vehículo. Se analizó la presencia del catalizador en el sistema de combustión, el cual es utilizado para disminuir la concentración de los gases de combustión al momento de su salida del escape.

5 Los biocombustibles avanzados tienen cualidades de poseer bajas emisiones de CO₂ o altas reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, se evaluó los niveles de aceite, el funcionamiento de las bujías, y el estado de los filtros de aire, gasolina, y aceite. Estos componentes son vitales para una buena combustión en el vehículo, y era necesario su cambio para disminuir potenciales variables que pudieran sesgar los resultados del proyecto.

Aseguramiento de calidad de combustible y la mezcla

El aseguramiento de calidad del combustible es vital para evaluar la composición y las propiedades promedio, además de analizar que se encontraran en los rangos permitidos. La calidad del combustible fue medida por análisis químicos de terceras empresas, reconocidas y especializadas en los análisis de laboratorio de combustibles. Los análisis de las diferentes variables observadas fueron realizados cumpliendo con estándares internacionales como las normas ASTM.

Se midieron características importantes en los combustibles como los grados API, contenido de azufre, plomo, aromáticos, número de octano, y porcentaje de etanol, entre otros. Varias pruebas de calidad fueron realizadas para las mezclas de E0, E5, y E10. El laboratorio del Ministerio de Energía y Minas también realizó análisis de las mezclas utilizadas en el proyecto.

Análisis de medición de emisiones atmosféricas

La concentración de gases de combustión en la salida del escape de los vehículos de la muestra fue medida utilizando un analizador de gases marca Enerac 700. El equipo tiene la capacidad de poder medir distintos gases como el monóxido de carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO), Dióxido de Azufre (SO₂), e Hidrocarburos no quemados durante la combustión.

Los vehículos de la muestra asistieron a las mediciones de gases de combustión en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. Se realizaron mediciones de gases de combustión para el combustible sin etanol, para la mezcla Ecopower de E5, y E10. La concentración de los gases de combustión fue medida en dos etapas, con el vehículo arrancado a 0 rpm, y a 2000 rpm, con el fin de simular una situación real de manejo.

Análisis de rendimiento

El rendimiento de los vehículos de la muestra es un resultado promedio de la relación entre los kilómetros recorridos entre cada despacho, y el volumen de combustible utilizado para llenar el tanque de cada vehículo. En el centro de servicio (gasolinera) utilizada para el proyecto, el despachador tomaba nota del kilometraje de cada vehículo al momento de volver a llenar el tanque, y anotaba el volumen de combustible utilizado. De los diferentes despachos, se calcularon varios rendimientos de combustible para cada uno de los vehículos, ya sea para la mezcla de E5 y E10, y finalmente se presentó el valor promedio.

Resultados

Aseguramiento de calidad de combustible y la mezcla

El análisis de la calidad del combustible al agregársele etanol a la mezcla de Ecopower E5 mostró un aumento ligero en el octanaje de la mezcla, en comparación a E0 (gasolina pura), y la mezcla de E10 mejoró aún más los resultados del octanaje. Por otro lado, los valores promedios de la concentración de bencenos y aromáticos en la mezcla no variaron considerablemente (Tabla 1).

Tabla 1.

Análisis de propiedades esenciales de calidad en las mezclas de combustibles utilizadas en el estudio.

Propiedad	OTI	Intertek	Sybolt	MEM	Intertek	Intertek	MEM	Intertek	Intertek
	EO	E5	E0	E5	E5	E0	E10	E10	E10
Fecha análisis	17/8/20	26/8/20	30/9/20	29/9/20	30/9/20	8/10/20	7/10/20	16/10/20	19/10/20
API Gravity	56	56.3	57.1	55.8		61.2	58	57.9	
Specific Gravity	0.75476	0.7535	0.75027	0.7559		0.7343	0.7471	0.7471	
Azufre (% masa)	0.0027	0.0052	0.0032			<0.0017		<0.0017	
Contenido de plomo (g/L)	<0.003	<0.0025	<0.0025			<0.0025		<0.0025	94.2
RON	91.8	91	91.4	93.4	92.6	91.3	95.3	95	
MON	83.2	82.8	82.4	83.9		84.1	84.3	85.1	
Benceno (% volumen)	0.59	1.12	0.4	0.33		1.93	1.3	1.34	9.8
Etanol (% masa)	0	5.466	0	5.8	5.48	0.20	10.9	11.5	
Aromáticos (% volumen)	35.6	35.2	34.8	27.7		22.2	27.8	27.8	

Análisis de medición de emisiones atmosféricas

El contenido de Oxígeno en el etanol mejora la combustión y por ende reduce también las emisiones de CO. Consecuentemente, el uso de Ecopower E10 redujo sustancialmente los gases de combustión (Figura 1). Los hidrocarburos emitidos presentaron una reducción de 74.71%, seguido por el monóxido de carbono con un 71.74%. Únicamente el dióxido de nitrógeno y el dióxido de carbono presentaron reducciones menores del 50% (Figura 1).

De los gases de combustión, el dióxido de azufre presentó una de las mayores reducciones en la concentración (Figura 2). De igual forma, se observó la reducción de la concentración del monóxido de carbono (CO; Figura 6). La mezcla E10 redujo en un 71.74% la concentración de CO, en comparación a los vehículos sin mantenimiento y utilizando únicamente gasolina como combustible, haciendo la prueba a 2000 rpm, modelando la situación real de manejo (Figura 3). En general, los resultados mostraron una disminución de concentración en los gases de hidrocarburos, óxido de nitrógeno y dióxido de carbono al aumentar la cantidad de etanol en la mezcla (Figura 4).

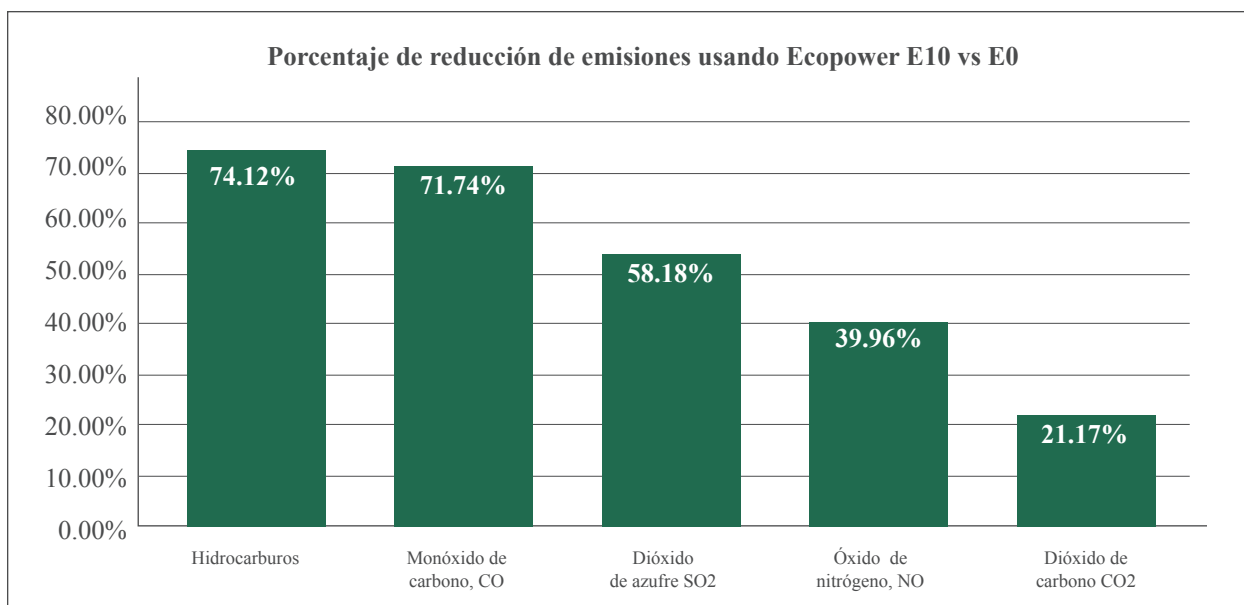


Figura 1. Reducción en la concentración de los componentes del gas de combustión con la utilización del Ecopower E10, en relación con la gasolina sin etanol E0.

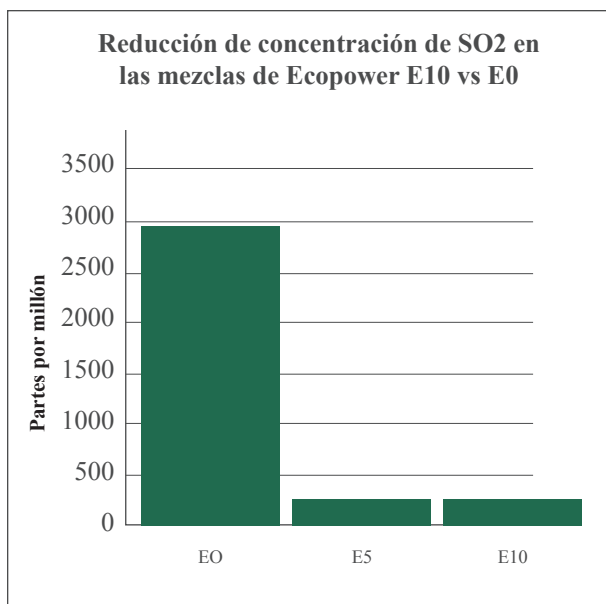


Figura 2. Comparación de la concentración de emisiones de dióxido de azufre con las diferentes mezclas de combustibles, E0, E5, y E10.

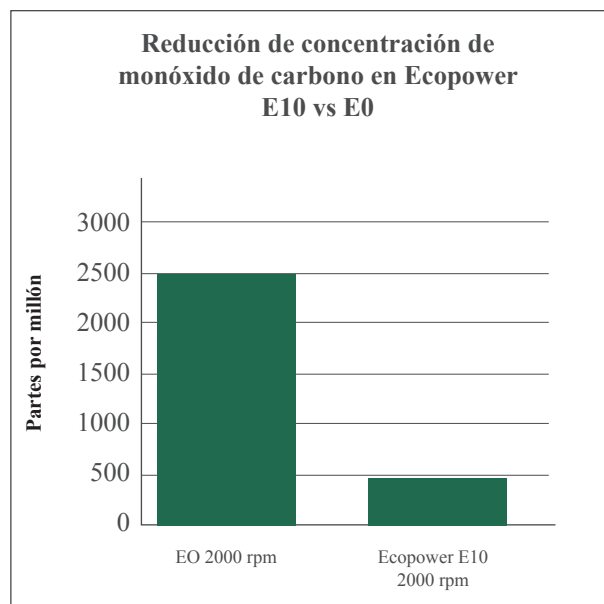


Figura 3. Reducción en la concentración de monóxido de carbono en los gases de combustión de vehículos utilizando Ecopower E10.

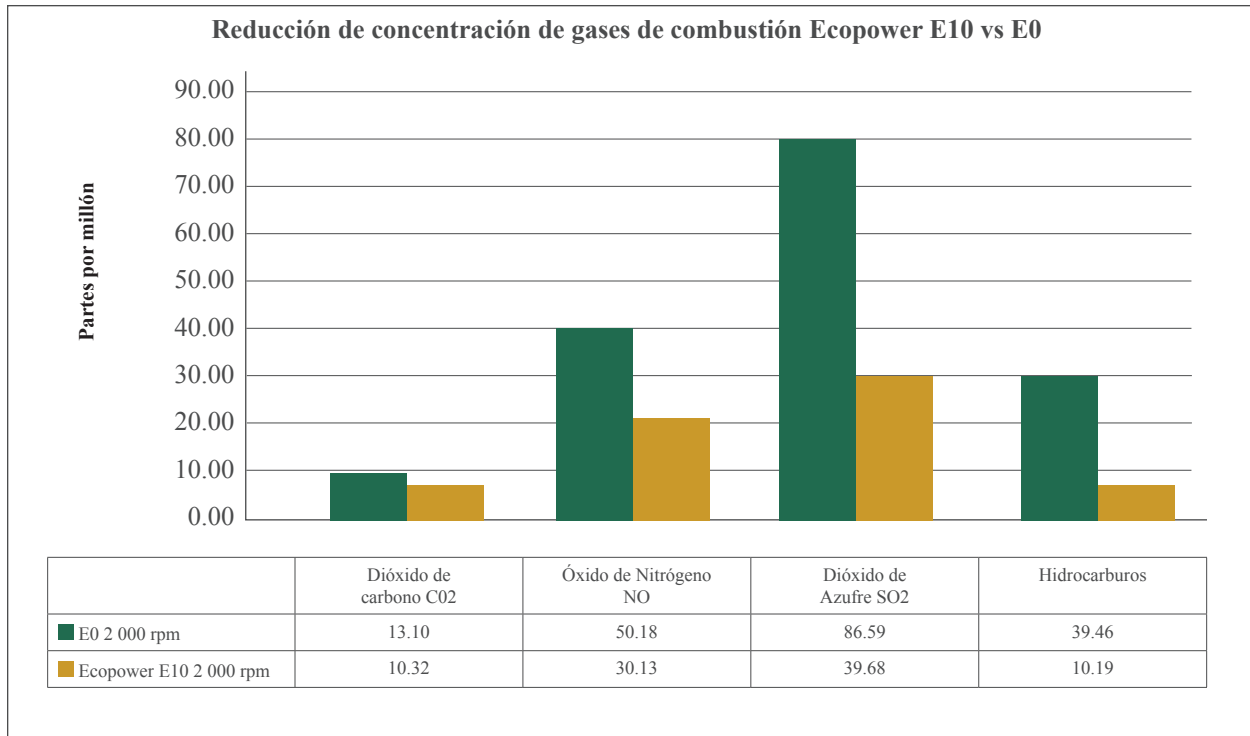


Figura 4. Reducción en la concentración de CO₂, NO, SO₂, e hidrocarburos con la mezcla de Ecopower E10, en relación con la gasolina sin etanol E0.

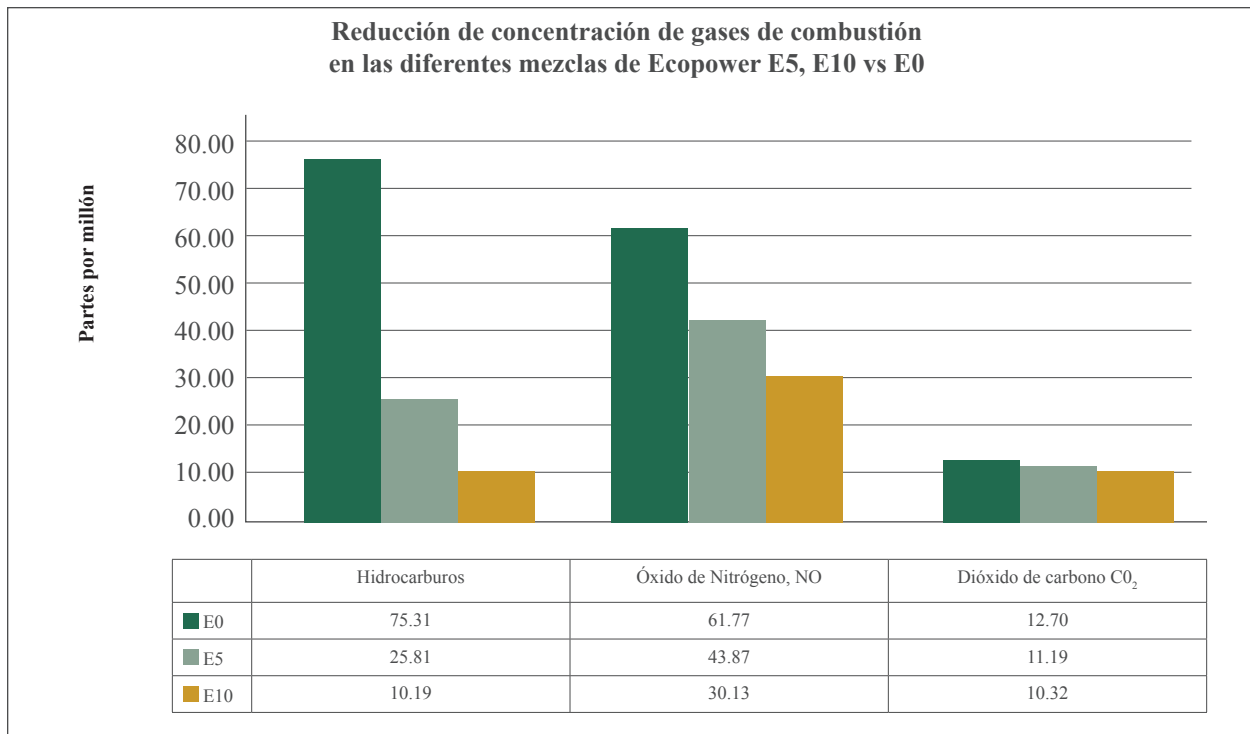


Figura 5. Comparación de la concentración de gases de combustión en las tres diferentes mezclas de combustibles utilizadas, E0, Ecopower E5, y Ecopower E10.

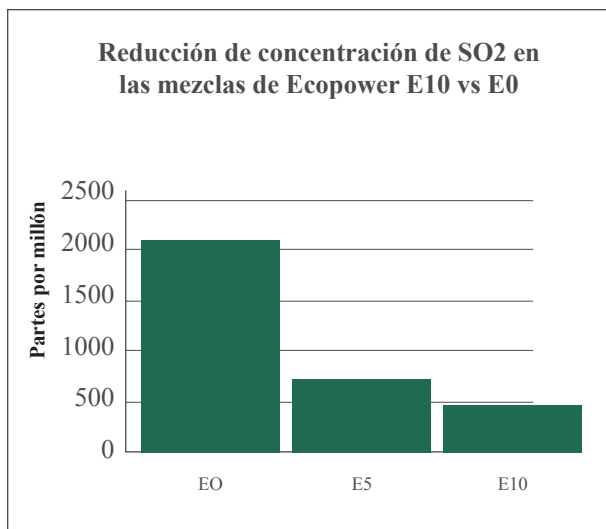


Figura 6. Concentración de monóxido de carbono en los gases de combustión de las tres diferentes mezclas de combustibles, E0, Ecopower E5, Ecopower E10.

Al comparar las concentraciones de los gases emitidos por la combustión en vehículos utilizando Ecopower E5, Ecopower E10 y gasolina pura (E0), se observó que ambas mezclas de etanol (i.e., E5 y E10) disminuyen la concentración de los gases de combustión

en las mismas proporciones, excepto para el dióxido de azufre, el cual mostró una reducción considerablemente mayor al usar E10 (Figura 7).

En relación con la antigüedad del vehículo, se observó que mientras más antiguo es el modelo del vehículo, mayor reducción de monóxido de carbono se genera (Figura 8).

Análisis de rendimiento

Durante 10 semanas, los vehículos de la muestra recibieron despachos de la mezcla de combustible. Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de los vehículos de la muestra, se monitoreó el recorrido de todos los automóviles de la muestra. El vehículo que tuvo mayor recorrido durante el tiempo de la utilización Ecopower fue de 7,909 kilómetros, y el promedio total de kilómetros recorridos por los vehículos en el estudio fue de 2,455 km. El análisis completo puede observarse en la Tabla 2. En las 5 semanas de la utilización de la mezcla E10, el vehículo con el mayor rendimiento de combustible fue en promedio de 53.79 km/gal, mientras que el rendimiento más bajo fue de 19.88 km/gal.

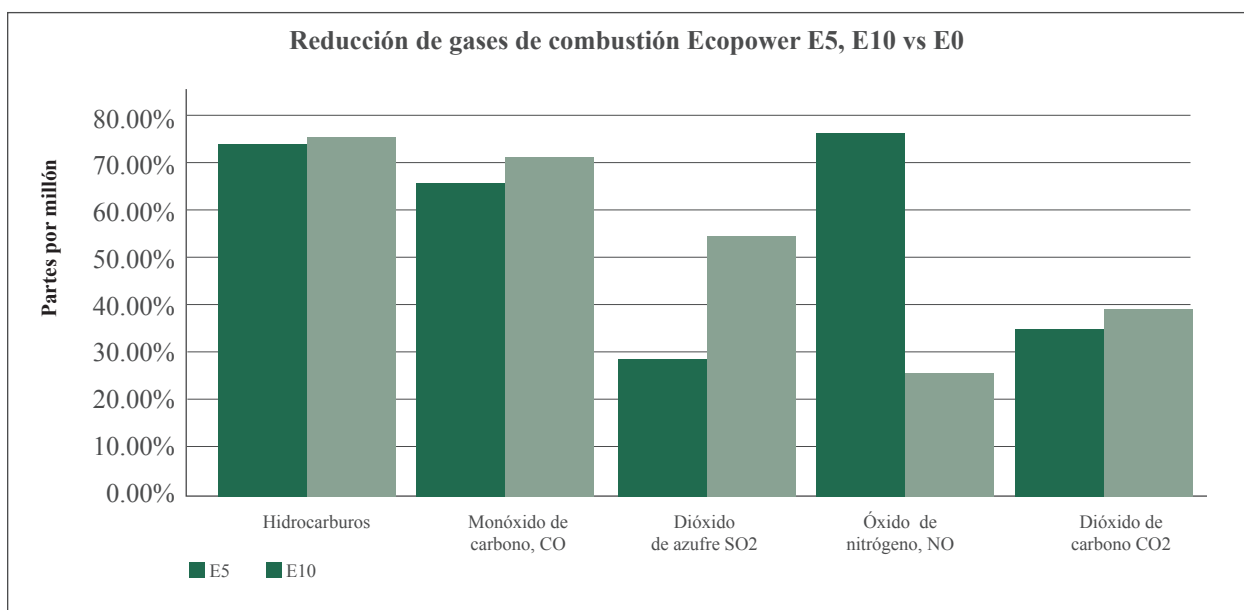


Figura 7. Porcentaje de reducción en la concentración de diferentes gases que componen el gas de combustión de vehículos comparando el Ecopower E5, y el Ecopower E10, con la gasolina E0.

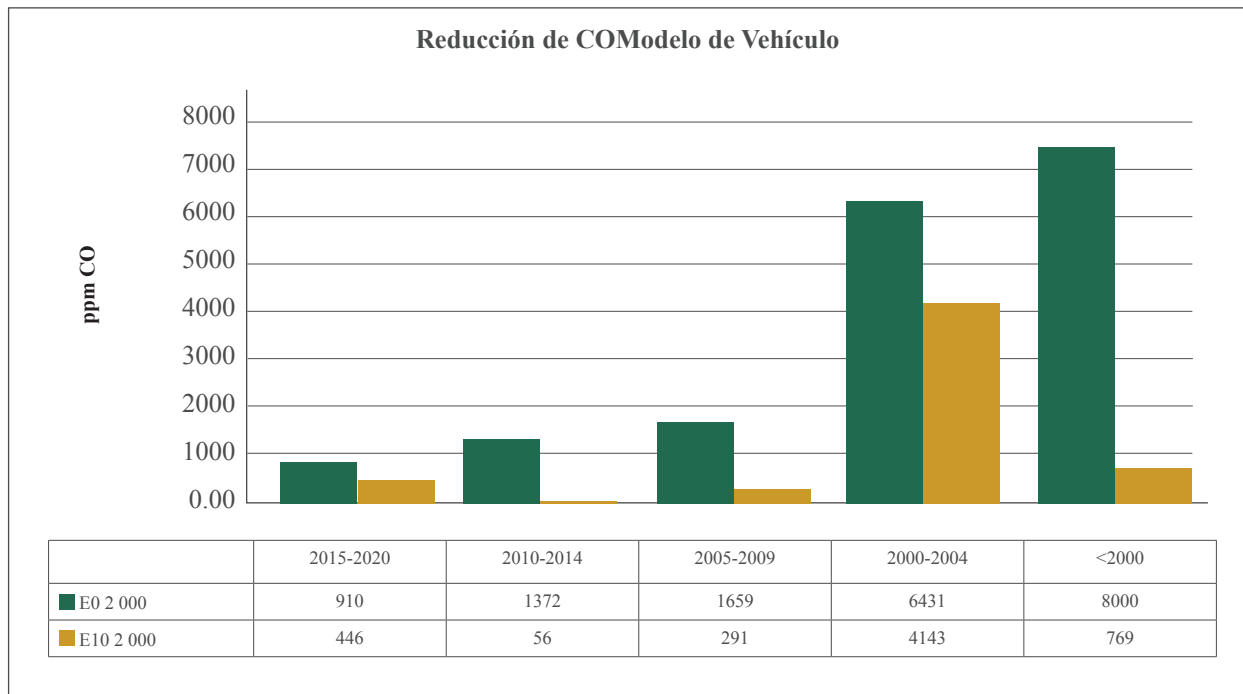


Figura 8. Análisis de la concentración de monóxido de carbono por rango de año de fabricación de cada vehículo en la muestra.

Tabla 2.

Análisis de kilometraje de vehículos con mayor y menor distancia recorrida, con cada una de las mezclas de combustibles Ecopower E5, y Ecopower E10.

Vehículo	Kilómetros recorridos E5	Kilómetros recorridos E10	Total kilómetros recorridos
Mayor distancia	4,048	3,861	7,909
Menor distancia	318	376	694

Al comparar los rendimientos de los vehículos se ve un ligero aumento en la eficiencia de estos, en comparación con los resultados de E5. El 64% de la muestra mejoró rendimientos con el Ecopower E10 en comparación de la mezcla E5, mientras que el 32% presentó una disminución y el 4% se mantuvo en el mismo rango. Los aumentos y reducciones de rendimiento de combustible fueron bajos, en el rango de 0.8-5 km/gal. La mejora en el rendimiento de los vehículos observada fue ligeramente mayor a los valores de línea base, por lo que no puede generalizarse que el uso del etanol mejorará el rendimiento de combustible del vehículo.

Durante el curso del estudio, los vehículos llenaron su tanque de combustible con aproximadamente 10.42 galones por cada despacho con Ecopower E5, y 10.41 galones con Ecopower E10. Además de esto, cada uno recorrió en promedio 345 km y 373 km para cada despacho realizado con Ecopower E5 y Ecopower E10 respectivamente.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar la factibilidad técnica y medioambiental del uso de una mezcla de etanol con gasolina en

proporciones del 5 y 10% en etanol. Se utilizaron distintas metodologías, pero consistieron en evaluaciones mecánicas iniciales y finales, análisis de rendimiento de combustible de vehículos, análisis de la concentración de gases de combustión en los vehículos de la muestra, y análisis de los combustibles utilizados.

En la evaluación mecánica, 7 vehículos de la muestra no necesitaron ningún cambio ni mantenimiento, pues se encontraban en perfectas condiciones. El resto de los vehículos tuvieron reemplazos en aceite, filtro de aceite y/o filtro de aire. El aceite reduce la fricción dentro del motor, y los filtros de aceite, aire y gasolina mejoran la combustión cuando se encuentran en buen estado. Los sistemas electrónicos evaluados presentaron algunas alertas relacionadas con el sistema de combustión en ocho vehículos. Estos vehículos fueron reparados y documentados para la relación de sus resultados en el proyecto.

Durante la evaluación mecánica, se analizó también la presencia de un catalizador en el sistema de escape. El catalizador reduce la composición de los gases de combustión a la salida del escape, y es usualmente encontrado en vehículos de modelos más recientes. Únicamente el 24% de los vehículos de la muestra no cuentan con un catalizador activo, significando que el 76% de la muestra no presente concentraciones muy elevadas de los gases de combustión.

Según los resultados observados, la adición de etanol a la mezcla de Ecopower E5 demostró un aumento ligero en el octanaje de la mezcla, en comparación a E0, como puede observarse en la tabla 1. El etanol posee un índice de octanaje mayor a la de la gasolina comercial, por lo que es un resultado esperado, pudiendo mejorar la relación de compresión y detonación del combustible en el motor. La mezcla de E10 mejoró aún más los resultados del octanaje, por lo que se puede concluir que la adición

del etanol en la mezcla aumenta el número de octano del combustible.

Además, se comparó la concentración de bencenos y aromáticos en la mezcla, pues son compuestos son conocidos por tener octanajes altos. Los valores promedio no variaron en gran cantidad, por lo que puede concluirse que el octanaje en la mezcla aumentó debido a las cualidades del etanol. El análisis de calidad del combustible completo puede observarse en la Tabla 1.

El uso de Ecopower E10 redujo sustancialmente los gases de combustión como lo muestra la figura 1, en comparación de usar E0 (gasolina pura). El mayor impacto en reducción fue en los hidrocarburos ya que se redujeron en un 74.71%. La emisión de los hidrocarburos en las gasolinas puede ser dañinos y nocivos para la salud, además de poder ser cancerígenos. La reducción de estos componentes significa un impacto positivo para la salud de los ciudadanos.

El dióxido de azufre presentó una de las mayores reducciones en la concentración entre los gases de combustión. Este tipo de gases se crea por el azufre contenido en la gasolina. Por lo mismo, se espera que exista una reducción de compuestos de azufre, pues la mezcla de gasolina con el etanol requerirá un menor volumen de gasolina, disminuyendo así la cantidad de azufre en la mezcla.

Según muestran los resultados, existe una disminución de concentración en los gases de hidrocarburos, óxido de nitrógeno y dióxido de carbono al aumentar la cantidad de etanol en la mezcla (Figura 4). De acuerdo con los análisis de gases, puede concluirse que el etanol mejora las condiciones de la combustión, manteniendo similares o menores los valores de dióxido de carbono, y disminuyendo componentes tóxicos para la salud y el medio ambiente, como el óxido de nitrógeno (NO) y los hidrocarburos. Por consiguiente, puede concluirse que la

combustión en los automóviles es mejorada al disminuir compuestos no quemados, como el monóxido de carbono.

Al comparar las mezclas E5 y E10 con la gasolina pura E0, ambas producen una ligera reducción de la concentración de los gases de combustión. El único cambio radical se observa en el dióxido de azufre, el cual se debe a la reducción de proporción de gasolina en la mezcla. La gasolina es el único componente que posee trazas de azufre que pueden convertirse en SO_2 . La mezcla E10 posee una menor cantidad de gasolina en volumen, por lo que se espera que genere menos gases de azufre como el SO_2 .

La reducción de monóxido de carbono causada por la acción de oxigenante que da el uso de etanol, aumenta al amentar la antigüedad del vehículo. Es decir, los vehículos de fabricación más reciente (i.e., carros de modelos nuevos) tienden a emitir menos monóxido de carbono que los vehículos de fabricación anterior (i.e., carros viejos), pero también reducen sus emisiones al usar E10.

Conclusiones

1. El etanol en mezcla con gasolina produce un efecto oxigenante reduciendo la cantidad de compuestos dañinos para la salud y el medio ambiente, como el monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.
2. El uso de etanol como mezcla con gasolina, no produjo ningún daño mecánico ni de funcionamiento en los vehículos del estudio.
3. El etanol mejora el octanaje de la mezcla de combustible comparando los valores de la gasolina.

Implicaciones para el manejo

Este estudio demuestra la factibilidad técnica y ambiental del uso de etanol como biocombustible en combinación con gasolina para su uso en vehículos en Guatemala. Según los resultados obtenidos, el etanol en mezcla con la gasolina como combustible, no daña ni reduce la eficiencia del vehículo en su uso hasta en un 10% en volumen. La mezcla de etanol en gasolina, oxigena y disminuye la concentración de gases nocivos para la salud humana y que afectan la contaminación del aire, por lo que tendría un efecto positivo para la sociedad guatemalteca y el medio ambiente. En Guatemala, el etanol proveniente de la melaza, un subproducto de la producción de azúcar de caña, por lo que para su producción se utiliza eficientemente biomasa de residuos de caña como fuente de generación de energía. Por lo anterior, el uso de etanol como biocombustible puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el sector transporte.

Literatura citada

- Asociación de Azucareros de Guatemala. (2019). Azúcar de Guatemala adopta política para proteger el ambiente. Accedido en: <https://www.azucar.com.gt/2019/06/05/azucareros-adoptan-politica-paraproteger-elambiente/#:~:text=La%20Pol%C3%ADtica%20Ambiental%20incluye%20ocho,como%2C%20protecci%C3%20de%20la%20biodiversidad.>
- Asociación de Azucareros de Guatemala. (2019). Ingenios Azucareros reforestarán con más de 930 mil árboles en 2019. Accedido en: <https://www.azucar.com.gt/2019/05/22/ingenios-azucarerosreforestaran-con-mas-de-930-mil-arboles-en-2019/>
- Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala. (2020). Etanol. Accedido en: <http://acrguatemala.com/etanol/>
- BID, Forest Carbon Partnership, Consorcio Sud Austral, Gopa, Calmecac, Fores Finest. (2016). Mapa: Dinámica de cambio en la cobertura forestal de Guatemala para el periodo 2006 – 2016. Proyecto: Consolidación Estrategia Nacional Redd+ De Guatemala.
- Cengicaña. (2017). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Accedido en: <https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf>.
- Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones Sector Transporte. (2018). Promover el uso del Etanol Avanzado en la gasolina en Guatemala.
- Estrategia REDD+. (2018). Estrategia Nacional para el Abordaje de la Deforestación y Degradación de los bosques en Guatemala
- Hoza L. (2020). Biofuels: an option of choice to face the Climate Change. Presentación de Luiz Horta Nogueira, Universidad Federal de Itajubá, Universidad Estatal de Campinas.
- ICC (2019). La Estrategia del Sector Azucarero de Guatemala para la Restauración Forestal en la Vertiente del Pacífico. Accedido en: <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/07/estrategia-del-sectorazucarero-para-reforestar.pdf>
- International Sustainability & Carbon Certification ISCC. (2016). Requisitos de Sostenibilidad ISCC 202. https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/02/ES_ISCC_202_SustainabilityRequirements_3.0.pdf
- MEM y Fundación Solar. (2015). Informe Técnico Final. Plan Piloto para la Mezcla de Etanol Carburante en la Gasolina en Guatemala. Guatemala, 2015.
- Ministerio de Energía y Minas. –MEM-. (2020). <https://www.prensalibre.com/economia/el-plan-piloto-queretomaria-pruebas-para-mezclar-etanol-en-combustibles-en-guatemala/>
- Pantaleon. (2020). Responsibly transforming resources. Accedido en <https://www.pantaleon.com/responsible-development/environment/?lang=en>
- Prado, M. (2012). El caso de la producción de etanol en Brasil: ¿un ejemplo para los países de américa latina? Accedido en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v21n1/v21n1a11.pdf>
- Tomei, J. (2015). The sustainability of sugar-cane ethanol systems in Guatemala: Land, labour and law. Biomass and Bioenergy 82: 94-100. Accedido en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953415300040#bib7>