



Uso del etanol para control y disminución de gases contaminantes en automotores

Use of ethanol to control and reduce polluting gases in automobiles

Uso do etanol para controle e redução de gases poluentes em automóveis

Joseph David Coral-Bravo^I
joseph.coral810@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2546-1308>

Edison Roberto Álvarez-Jaramillo^{II}
ealvarez@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4887-9379>

Javier Rosalino Tello-Guzmán^{III}
jtello@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9200-8477>

Correspondencia: joseph.coral810@ist17dejulio.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de julio de 2022 * **Aceptado:** 18 de agosto de 2022 * **Publicado:** 16 de septiembre de 2022

- I. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.

Resumen

Debido a los aumentos del precios del petróleo y sus derivados, así como el papel que tiene los gases de efecto invernadero en el calentamiento global y los efectos de gases contaminantes como los hidrocarburo, y el NO_x en el medioambiente, además, en la salud de las personas, se hace imperiosa la necesidad de considerar alternativa más ecológicas y menos contaminantes como combustible para vehículos, es por ello que este trabajo tiene como propósito evaluar el uso del etanol como combustible alternativo en vehículos de combustión interna para el control y disminución de la emisión de gases contaminantes y de efectos invernadero, desde una perspectiva teórica, donde se describe el estado actual del conocimiento acerca del uso del etanol, consiguiendo documental los beneficios para el medioambiente, además de otras ventajas, del mismo modo se desarrollar algunas técnicas para mejorar los índices de emisiones de este tipo de combustible alternativo.

Palabras claves: Etanol; Combustible Alternativo; Motores de Combustión Interna; Emisión de Gases; Combustibles Ecológicos.

Abstract

Due to increases in the price of oil and its derivatives, as well as the role of greenhouse gases in global warming and the effects of polluting gases such as hydrocarbons and NO_x on the environment, in addition, on the health of people, the need to consider more ecological and less polluting alternatives as fuel for vehicles is imperative, which is why this work has the purpose of evaluating the use of ethanol as an alternative fuel in internal combustion vehicles for the control and reduction of the emission of polluting gases and greenhouse effects, from a theoretical perspective, where the current state of knowledge about the use of ethanol is described, obtaining documentary benefits for the environment, in addition to other advantages, in the same way some techniques are developed to improve emission rates of this type of alternative fuel.

Keywords: Ethanol; Alternative Fuel; Internal combustion engines; Gas Emission; Ecological Fuels.

Resumo

Devido aos aumentos no preço do petróleo e seus derivados, bem como o papel dos gases de efeito estufa no aquecimento global e os efeitos de gases poluentes como hidrocarbonetos e NOX no meio ambiente, além disso, na saúde das pessoas, a necessidade de considerar alternativas mais ecológicas e menos poluentes como combustível para veículos é imprescindível, razão pela qual este trabalho tem como objetivo avaliar o uso do etanol como combustível alternativo em veículos de combustão interna para o controle e redução da emissão de gases poluentes e de efeito estufa, de uma perspectiva teórica, onde é descrito o estado atual do conhecimento sobre o uso do etanol, obtendo benefícios documentais para o meio ambiente, além de outras vantagens, da mesma forma que algumas técnicas são desenvolvidas para melhorar as taxas de emissão desse tipo de alternativa combustível.

Palavras-chave: Etanol; Combustível alternativo; Motores de combustão interna; Emissão de gás; Combustíveis Ecológicos.

Introducción

A nivel mundial, se ha encontrado una paulatina reducción de los recursos energéticos provenientes del petróleo, por lo que el empleo de este recurso se ve comprometido para el futuro, aunado al aumento de la cantidad de vehículos circulando, así como, a la industrialización, ha demandado la investigación y desarrollo en la producción de combustibles alternativos. A su vez con una visión ecológica (Gawale y Srinivasulu, 2020)

En el mismo orden de idea, la tendencia al alza de los precios de los combustibles, y a su vez a los inconvenientes causados al medioambientales, que los científicos de todo el mundo alertan sobre el impacto negativo al ambiente producto del uso de combustibles fósiles, donde los vehículos representa un factor a tener en cuenta. (Solache y García, 2021)

Del mismo modo, en recientes investigaciones, han determinado que el sistema de transporte de la Unión Europea (UE) por ejemplo, generaron 1.097 megatoneladas de emisiones de gases de efecto invernadero en 2017, al mismo tiempo la UE espera lograr la descarbonización los sistemas de transporte, mediante el aumento del uso de combustibles alternativos, entre las acciones propuestas, así como la electricidad. En la figura 1 parte izquierda se puede observar la evolución de las emisiones del transporte desde 2005, así como los objetivos de mitigación para

2030 y 2050, y en el lado derecho las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero del transporte en la Unión Europea en el año 2016 (Gómez, 2020)

Asimismo, al considerar los vehículos como un factor del cual emiten gases contaminantes para el medio ambiente, con las consecuencias que esto trae, para la salud a los seres humanos, gobiernos de todo el mundo ha estado recomendando estrictas normas sobre las emisiones de los vehículos, por lo que cobra importancia el empleo de combustibles alternativos (Gawale y Srinivasulu, 2020).

Fuente: (Gómez, 2020)

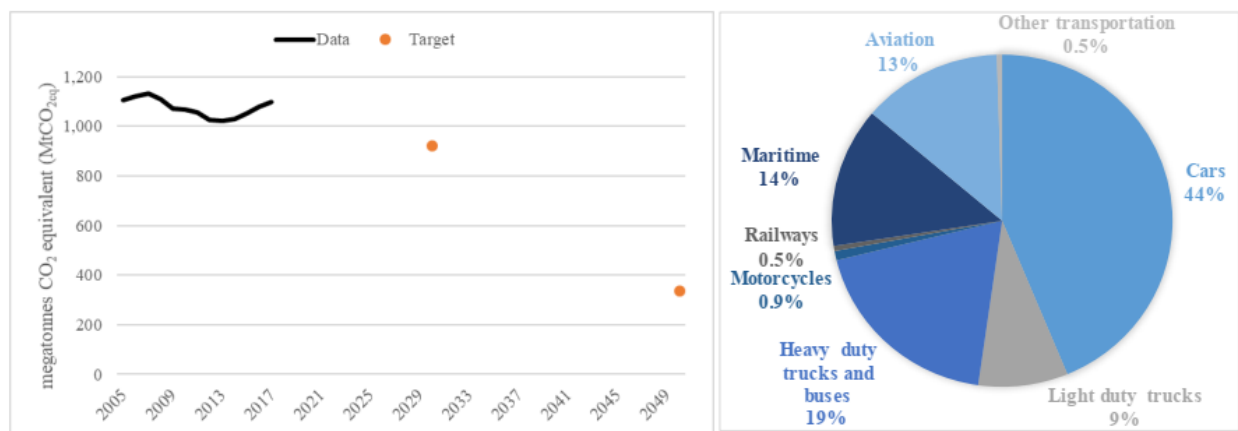


Figura 1: Evolución de las emisiones de gases de los vehículos (izquierda), fuente de emisión de gases

De este modo, el desarrollo de los biocombustibles, representa una excelente alternativa para disminuir el impacto de las emisiones de gases. sin embargo, se debe tener en cuenta que estos tipos de combustibles presentan diferentes propiedades que pueden aceptar las prestaciones del motor, tal como, las proporciones de los componentes de las emisiones que se ven influenciadas por la procedencia o la proporción de etanol/gasolina que se emplean (Zapata et al., 2019)

Con relación a este punto, se ha encontrado que, el uso de etanol en motores de combustión interna, presenta muchas ventajas sobre el combustible diésel convencional. Entre los beneficios incluyen la reducción de hidrocarburos no quemados (HC), monóxido de carbono (CO) y la formación de hollín. No obstante, existen algunas barreras técnicas para el uso directo de etanol en sustitución de combustible diésel debido a las propiedades del etanol, de las cuales se puede mencionar la escasa solubilidad del etanol en el diésel en climas fríos, punto de inflamación bajo,

al igual que, proveer una óptima proporción condiciones/propiedades de encendido necesarias para el funcionamiento del motor (Saravanan et al., 2020).

No obstante, debido al bajo costo de producción de biocombustibles mediante el uso de etanol en los motores de combustión interna y por lo tanto en motores diésel es bajo. Igualmente, el etanol debido a su baja viscosidad puede fácilmente conseguir una buena homogeneidad en la mezcla aire-combustible (Mat et al., 2019)

Debe señalarse que para la producción de etanol se puede emplear como materia prima la remolacha azucarada, caña de azúcar, papas y plantas que contengan almidón, de igual modo, se a empleado con éxito durante un tiempo en algunos países, como combustibles en motores de combustión interna luego de realizar modificaciones técnicas menores (Kuszewski, 2018)

También, puesto que el etanol tiene un número de cetano muy bajo, en el caso de los motores diésel no se puede utilizar. En consecuencia, se está continuamente investigando en combustibles que son mezclas de diésel con fracción de etanol. Entre los combustibles diésel que contiene hasta un 15% (v / v) de etanol son conocidos como e-diésel o diésel oxigenado (Saravanan et al., 2020)

En el mismo orden de idea, se ha investigado y encontrado que el uso de una mezcla de gasolina con etanol, en vehículos carburados ha mejorado el funcionamiento del motor, aumentando la potencia de este, y se ha reducido los niveles de emisiones de gases contaminantes en motores Otto, sin la necesidad de realizar extensas adecuaciones en el motor (Flores y Gutierrez, 2022)

Se plantea entonces en este trabajo de investigación como objetivo principal evaluar el uso del etanol como combustible alternativo en vehículos de combustión interna para el control y disminución de la emisión de gases contaminantes y de efectos invernadero, desde un punto de vista documental y teórico, en el cual se describirá el estado del arte del empleo de etanol como combustible, las consecuencias desde el una perspectiva técnica, de igual modo los beneficios del uso de este en el medioambiente, por lo que se realizó un análisis sistemático de la literatura científica, con el propósito de reflejar de fundamentos teóricos acerca de la implementación de los combustibles alternativos derivados del etanol.

Metodología

Considerando que el propósito de este trabajo de investigación es evaluar el uso del etanol como combustible alternativo en vehículos de combustión interna para el control y disminución de la emisión de gases contaminantes y de efectos invernadero, centrándose en obtener bases conceptuales acerca del uso del etanol como combustibles por lo se considera este trabajo de investigación lo mismo que una investigación teórica básica (Mejías, 2005)

Asimismo, teniendo en cuenta que se espera describir los beneficios que presenta el empleo del etanol como combustible alternativo, tal como las consideraciones técnicas de su utilización, se considera esta investigación de tipo descriptiva y al mismo tiempo, transversal y no experimental, debido a que en absoluto se manipulo variables y el análisis se enfoca en los actuales momentos. (Hernández et al., 2014)

Dentro de este orden de idea, considerando que este trabajo de investigación pretende plasmar estado actual del conocimiento acerca del uso del etanol como combustible alternativo se valora este trabajo como una investigación de tipo documental, en base a un análisis metódico de las referencias científicas consideradas para el estudio (Bernal, 2010)

En base a lo planteado de anteriormente, y mantener la excelencia académica en la información desarrollada de este trabajo, la investigación en línea se emplearon buscadores de carácter científico tales como Google Académico, Elsevier, Researchgate, MDPI, Springer, además de que la documentación estudiada obedecía a los siguientes lineamientos: artículos de revistas indexadas, de carácter científico, publicada a partir del 2018, ser tesis de grado, maestría o doctorado de universidades, desarrollar contenido acerca del uso del etanol como combustible.

Resultados y discusión

Considerando que el continuamente ha ido en aumento del consumo de combustible en diversas industrias, especialmente en el sector transporte, además, del continuo aumento del precio de los combustibles de origen fósil, existe el interés de aumentar la proporción en el mercado de combustibles alternativo, que sean renovables, y al mismo tiempo que sea ecológicos (Saravanan et al., 2020)

Existen estudios que han evaluado las emisiones de motores de combustión interna en vehículos, usando gasolina de diferente procedencia, analizando que para producir gasolina tipo extra con un octanaje de 87, se emplean un 76% de nafta de alto octano y un 24% de nafta de bajo octano

para obtener la mezcla, en cambio para producir una gasolina tipo eco, se requiere de un 62% nafta de alto octanaje un 33% de nafta de bajo octanaje y solo un 5% de bio etanol, para obtener una gasolina con 87 octano (Pérez, 2018).

En el mismo sentido, se ha obtenido que con la utilización de combustibles como el E10 (10% de etanol), es posible reducir los niveles contaminantes en los gases de escape en motores de ciclo Otto carburados, y a su vez, implica que el ciclo de combustión que se realiza es más limpio. (Flores y Gutierrez, 2022)

Debe señalarse que, los altos contenido de etanol en las mezclas de combustible diésel/etanol afecta la inflamabilidad de las del combustible, trayendo como consecuencia la deposición del combustible en el cilindro. Por consiguiente, se debe ajustar los parámetros de inyección con el objetivo de mejorar la inflamabilidad de las mezclas. Entre los cuales se puede considerar la masa de inyección, la presión de inyección, la duración de la inyección y el momento de la inyección. Sin embargo, a pesar de los ajustes puede que no se puede resolver eficientemente el problema de la inflamabilidad de la mezcla (Mat et al., 2019)

En la figura 2 se puede observar, algunas modificaciones técnicas a considerar para el uso de mezclas de gasolina y etanol, en función de la proporción de etanol en el combustible.

Se ha conseguido evaluar que el porcentaje de obstrucción de la malla de los microfiltros de los inyectores que utilizan la gasolina convencional es mayor si se compara con combustibles mezcla gasolina etanol, puesto que el etanol puede disolver los residuos del combustible que obstruyen la malla de los microfiltros (Rocha y Andrade, 2018)

Igualmente, modificando la relación de compresión y la temperatura ambiente se puede mejorar la inflamabilidad de la mezcla diésel/etanol. Asimismo, aumentar la temperatura mediante la implementación de un sistema de calentamiento de aire o EGR en el motor se logra mejorar la inflamabilidad. En el caso de una mezcla de 50% diésel, 40% etanol y 10% de éter metílico de aceite de palma, la temperatura de admisión más adecuada es de 350 K, de la misma manera se puede observar en la figura 3 que se disminuye la cantidad de gases como el CO, CO₂, HC y NO_x. (Mat et al., 2019).

Fuente: propia a partir de (Padilla-Padilla et al., 2021)

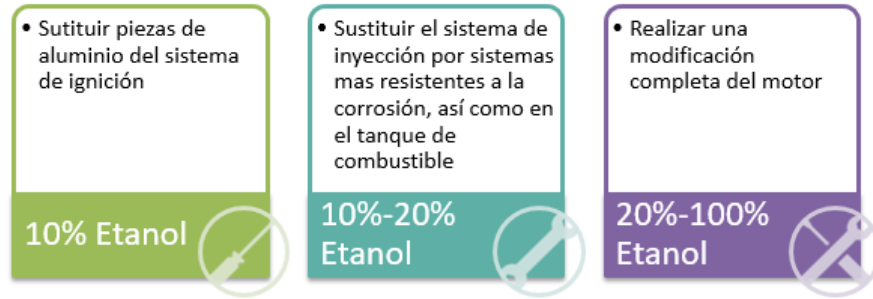


Figura 2: Modificaciones a realiza a los vehicules para acondicionarlos para el uso de mezcla de gasolina/etanol

Como se ha comentado anteriormente, el uso del alcohol al tener un índice de cetano bajo, el uso en motores de encendido por compresión (CI) son necesarios emplear asistente de encendido. Generalmente, los combustibles a base de alcohol se emplean motores de encendido por compresión con carga homogénea o HCCI por sus siglas en ingles. En los cuales se obtienen bajas emisiones de NO_x y hollín, además de adaptarse a varios tipos de combustibles (Gawale y Srinivasulu, 2020)

En cuanto al rendimiento, se ha probado y comparado en motores de 995 cc, el uso de gasolina y biocombustible E50 (50% etanol, 50% gasolina), dando como resultado que hay una ligera pérdida de potencia, específicamente en un 14,66% con respecto a la gasolina convencional. Por otro lado, presento un mayor desempeño en cuanto al consumo, puesto que este fue de 50,51 km/gal en comparación a los 541,67 km/gal de la gasolina convencional. (Celi y Ortega, 2018)

Fuente: (Mat et al., 2019)

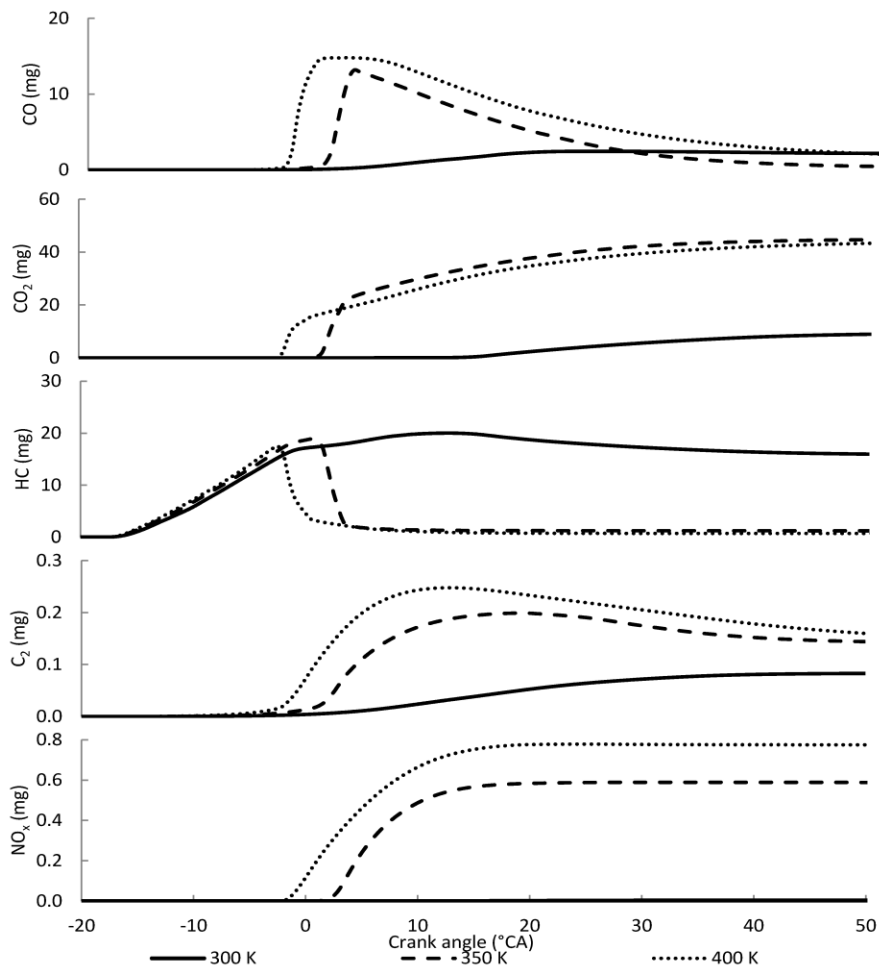


Figura 2: Emisión de gases en motores empleando mezcla combustible gasolina, etanol, éter de aceite de palma, en función de la temperatura del aire de combustión

En el mismo sentido, se han determinado mediante ensayo de emisiones estáticas usando el método NTE INEN 2004 empleando tanto gasolina como bioetanol E50 (50% etanol, 50% gasolina), obteniendo como resultado que se produce mayor cantidad de CO usando gasolina que con bioetanol E50, como se puede observar en la figura 4, en la figura 5 donde se observa que el bioetanol E50 se produce menos cantidad de CO₂ y un comportamiento similar en las emisiones de HC, figura 6 (Celi-Ortega et al., 2018)

Fuente: (Celi-Ortega et al., 2018)

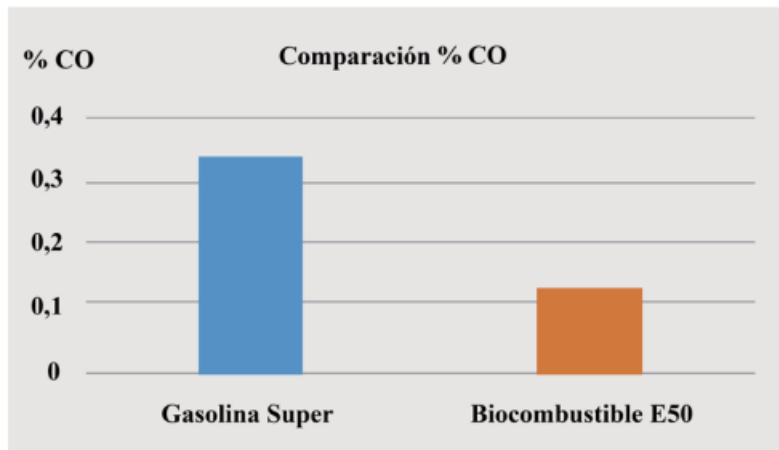


Figura 3: Emisión de CO en motores usando gasolina y bioetanol E50

De igual manera, en sistema de combustibles dual de inyección, es decir sistema donde suministra el etanol u otro alcohol como el metanol, en el múltiple de admisión y se inyecta diésel la cámara combustión, se han obtenidos resultados donde se demuestra que el uso de etanol, logra disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, de igual manera gases contaminantes, bajo diferentes condiciones de carga del motor, y diferentes cantidades de etanol inyectado. En la figura 7 se observa la emisión de NO_x (Gawale y Srinivasulu, 2020)

Se ha evaluado el efecto del uso de alcohol como el metanol, etanol, n-butanol y nanoaditivos como el aluminio (Al₂O₃) sobre las características de combustión y emisión de un motor diésel de inyección directa, a diferentes cargas de motor y a velocidad constante. Como datos relevantes, se tiene que la incorporación de nanopartículas de Al₂O₃ a la mezcla de alcohol/diésel mejoraron significativamente el proceso de combustión, además de una disminución del retraso de ignición, y aumento de la duración de la combustión. En comparación con el combustible diésel puro, el motor impulsado por combustibles de alcohol / diésel y nanopartículas emitió menos emisiones de CO, HC y humo con una amplitud de reducción de 36.2–77.8%, –8.8–10.7% y 24.2–55.6%, respectivamente. (Chen et al., 2022)

Fuente: (Celi-Ortega et al., 2018)

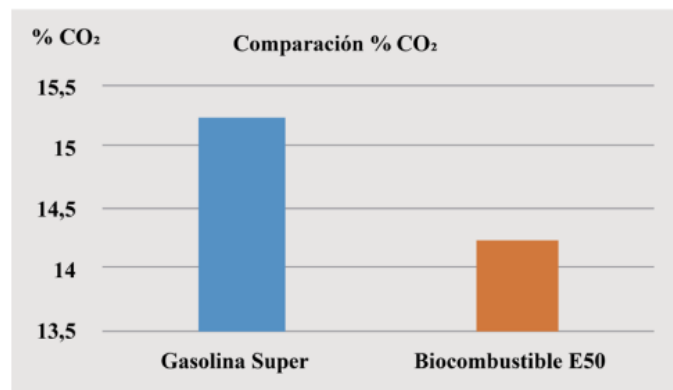


Figura 4: Emisión de CO₂ en motores usando gasolina y bioetanol E50

Existe investigaciones donde se propone la recirculación de gases de escape, con el propósito de minimizar las emisiones de motores de encendido por compresión que se alimenta con etanol, el cual una parte del gas de escape se extrae del sistema de escape, es enfriado y se redirige de nuevo a la cámara de combustión y a los cilindros. Obteniendo que, al aumentar el nivel de gas de escape recirculado, la emisión de NO_x se reduce para todas las condiciones de carga evaluadas, lo que se debe a la reducción de la concentración de oxígeno y la disminución de las temperaturas de la llama en la mezcla combustible. En general, la adición de gases de escape reduce la liberación de calor de cualquier combustible debido a la presencia de gases quemados, lo también redujo la liberación de calor (Saravanan et al., 2020)

Fuente: (Celi-Ortega et al., 2018)

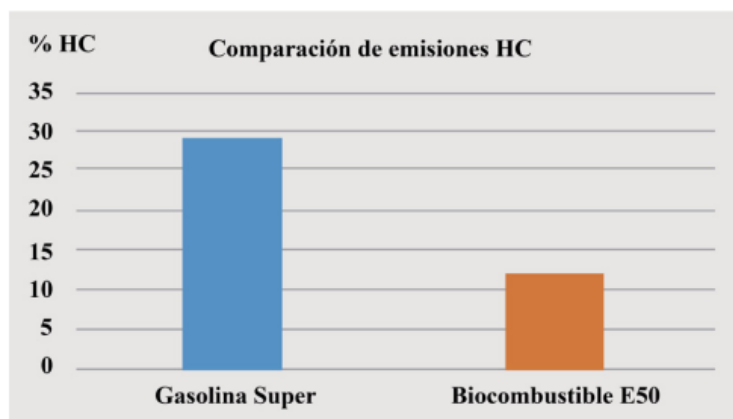
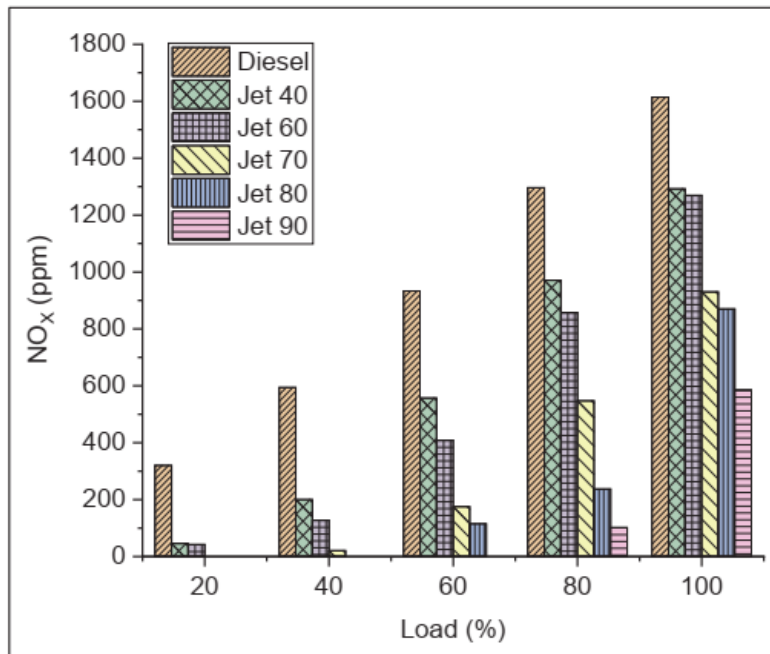


Figura 5: Emisión de CO₂ en motores usando gasolina y bioetanol E50

Fuente: (Gawale y Srinivasulu, 2020)

Figura 6: Emisión de NO_x en función de la carga y cantidad de etanol inyectado

Conclusión

En base a la información analizada acerca del el uso del etanol como combustible alternativo en vehículos de combustión interna para el control y disminución de la emisión de gases contaminantes y de efectos invernadero, se puede concluir que el empleo del etanol como combustible alternativo representa grandes beneficio desde el punto de vista económico, puesto que el costo de producción es menor que el de la gasolina o diésel, además el empleo en forma de mezcla gasolina/etanol, diésel/etanol también se puede disminuir el costo de producción, desde el punto de vista ecológico, el uso de etanol reduce la emisión de gases de efecto invernadero así como gases contaminantes. Si bien en algunos casos se necesita realizar ajustes en los sistemas de combustión interna de los motores, en la mayoría de los casos son ajustes menores, o se están desarrollando sistemas de combustibles duales, así como empleo de aditivos para mejorar las prestaciones de estos combustibles, sin dejar de lado el impacto ambiental que representa las emisiones de los motores.

Referencias

1. Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
2. Celi, S., & Ortega, J. (2018). *Obtención de alcohol a partir del tallo de maíz para aplicación como combustible alternativo MCI*. Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad Internacional SEK. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2819>
3. Celi-Ortega, S., Llanes-Cedeño, E., Rocha-Hoyos, J., Leguísamo-Milla, J., Peralta-Zurita, D., & Salazar, P. (2018). Comportamiento de las emisiones en motor de encendido provocado a base de etanol a 2850 msnm. *UTCiencia Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo*, 5(1), 1-10. Obtenido de <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/127>
4. Chen, Q., Wang, C., Shao, K., Liu, Y., Chen, X., & Qian, Y. (2022). Analyzing the combustion and emissions of a DI diesel engine powered by primary alcohol (methanol, ethanol, n-butanol)/diesel blend with aluminum nano-additives. *Fuel*, 328, 125222. doi:10.1016/j.fuel.2022.125222
5. Flores, L., & Gutierrez, V. (2022). *Adecuación de un motor gasolinero carburado a mezcla de gasolina y etanol anhidro para reducir sus niveles de contaminación, en el Taller Automotriz CHASIS RACING SA, Arequipa - 2022*. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica. Arequipa, Peru: Universidad Autónoma San Francisco. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/725>
6. Gawale, G. R., & Srinivasulu, G. N. (2020). Experimental investigation of ethanol/diesel and ethanol/biodiesel on dual fuel mode HCCI engine for different engine load conditions. *Fuel*, 263, 116725. doi:10.1016/j.fuel.2019.116725
7. Gómez, J. (2020). Alternative fuels in transport systems: A review on state-of-the-art market developments in the European Union. *Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020*. Helsinki, Finland. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jonatan-Gomez-Vilchez/publication/339913068_Alternative_fuels_in_transport_systems_A_review_on_s

tate-of-the-

art_market_developments_in_the_European_Union/links/5ea191daa6fdcc88fc3696e5/Alternative-fuels-in-transport-sy

8. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
9. Kuszewski, H. (2018). Experimental investigation of the effect of ambient gas temperature on the autoignition properties of ethanol–diesel fuel blends. *Fuel*, *214*, 26-38. doi:10.1016/j.fuel.2017.10.123.
10. Mat, N., Abu, M. R., & Wan, W. M. (2019). Modification of a Direct Injection Diesel Engine in Improving the Ignitability and Emissions of Diesel–Ethanol–Palm Oil Methyl Ester Blends. *Energies*, *12*(14). doi:10.3390/en12142644
11. Mejías, E. (2005). *Metodología de la Investigación Científica* (Primera ed.). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Unidad de Potgrado.
12. Padilla-Padilla, C., Buenaño-Moyano, L., Cuaical-Angulo, B., & Tacle-Humanante, D. (2021). Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección. *Dominio de las Ciencias*, *7*(3), 1482-1499. doi:10.23857/dc.v7i3.2070
13. Pérez, D. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *INNOVA Research Journal*, *3*(3), 23-34. doi:10.33890/innova.v3.n3.2018.635
14. Rocha, J., & Andrade, J. (2018). *Caracterización del comportamiento del inyector de un sistema de inyección electrónica indirecta multipunto de un MEP para combustibles no tradicionales*. Facultad de Arquitectura e Ingeniería. Universidad Internacional SEK. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3114>
15. Saravanan, P., Kumar, N., Ettappan, M., Dhanagopal, R., & Vishnupriyan, J. (2020). Effect of exhaust gas re-circulation on performance, emission and combustion characteristics of ethanol-fueled diesel engine. *Case Studies in Thermal Engineering*, *20*, 100643. doi:https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100643
16. Solache, A., & García, V. (2021). Etanol a partir de la fermentación de biomasa empleado en mezclas con gasolina como combustible. En *Innovación de energía y soluciones medioambientales* (Primera ed., págs. 82-88). Xalapa, Veracruz: Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. 2021.

17. Zapata, J., Ramírez, J., Quintero, H., & Romero, C. G. (2019). Analysis of the emissions of ethanol / gasoline mixtures in a single-cylinder engine. *2019 Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASP)* (págs. 1-6). Barranquilla, Colombia: IEEE. doi:10.1109/CASAP48673.2019.9364053.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).