



Análisis comparativo entre gasolinas super y ecopaís con aditivos r1 mediante un analizador de octanaje

Comparative analysis between super and ecopaís gasolines with R1 additives using an octane analyzer

Análise comparativa entre as gasolinas super e ecopaís aditivadas com R1 utilizando um analisador de octanas

Balderrama Alava Samuel Alejandro ^I
balderrama.s.3617@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-1427-3601>

Espinal Toro Aina Melanny ^{II}
espinal.a.9811@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-4409-8638>

Sosa Zambrano Karen Xiomara ^{III}
k.sosa@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-1824-7607>

Saltos Loor Renán Eudaldo ^{IV}
e.saltos@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-0042-3276>

Correspondencia: balderrama.s.3617@istlam.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de abril de 2025 * **Aceptado:** 24 de mayo de 2025 * **Publicado:** 13 de junio de 2025

- I. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.
- IV. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.

Resumen

A nivel global, en el campo automotriz, cada vez se da mayor importancia a las emisiones contaminantes causadas por los combustibles que utilizamos en los vehículos de uso cotidiano. En este contexto, surge la presente investigación, que tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre los combustibles Súper y Ecopaís en la ciudad de Manta. En este análisis se incorporará el aditivo R1 y se utilizará un analizador de octanaje para evaluar su efecto. Esta propuesta se fundamenta en la necesidad de encontrar alternativas viables que permitan mejorar la calidad del combustible y reducir su impacto ambiental.

Según Castillo (2012), los altos precios de los energéticos, la problemática ambiental y el aumento constante en las importaciones de combustibles han motivado a varios países a desarrollar biocombustibles con el fin de sustituir parcialmente a los combustibles fósiles. El etanol es uno de los biocombustibles más utilizados; países como Estados Unidos, Brasil y Australia comercializan gasolina con hasta un 85 % de etanol en volumen. Existen vehículos denominados Flex Fuel que pueden funcionar con este tipo de mezcla. No obstante, considerando que en la Zona Metropolitana del Valle de México el 29 % del parque vehicular corresponde a modelos de 1990 o anteriores, resulta poco factible cambiar o modificar todos estos vehículos por modelos que acepten altas concentraciones de etanol, debido al alto costo que esto implicaría. Por esta razón, el uso de mezclas con un bajo porcentaje de etanol resulta una alternativa más viable (Mendoza y Caballero, 2012). En este sentido, Ecuador se encuentra en una situación similar a la de México.

Además, Montero (2020) menciona que el impacto del uso de aditivos se refleja tanto en el aspecto mecánico, al prolongar la vida útil del motor y sus componentes, como en el aspecto químico, al disminuir las emisiones de gases contaminantes y, con ello, contribuir a la preservación del medio ambiente. Los residuos de la combustión emitidos por los vehículos representan una problemática significativa para la calidad del aire en nuestro entorno. A pesar de la implementación de políticas ambientales, estas no siempre logran ser lo suficientemente estrictas en cuanto al control de emisiones del sector automotor, que sigue siendo una de las principales fuentes de contaminación. En función de lo expuesto, es pertinente realizar una investigación rigurosa que permita analizar las propiedades de las gasolinas Súper y Ecopaís mezcladas con aditivos como el R1, a fin de obtener resultados precisos y útiles para el desarrollo de soluciones más sostenibles.

Palabras Clave: Combustible; Ecopaís; Super; Aditivo R1; Octanaje; Emisiones contaminantes; Análisis Comparativo; Gasolina.

Abstract

Globally, in the automotive sector, increasing attention is being paid to the polluting emissions caused by the fuels we use in everyday vehicles. In this context, this research aims to conduct a comparative analysis between Super and Ecopaís fuels in the city of Manta. This analysis will incorporate the R1 additive and use an octane analyzer to evaluate its effect. This proposal is based on the need to find viable alternatives that improve fuel quality and reduce its environmental impact.

According to Castillo (2012), high energy prices, environmental issues, and the constant increase in fuel imports have motivated several countries to develop biofuels to partially replace fossil fuels. Ethanol is one of the most widely used biofuels; countries such as the United States, Brazil, and Australia market gasoline with up to 85% ethanol by volume. There are vehicles called Flex Fuel that can run on this type of blend. However, considering that 29% of the vehicle fleet in the Metropolitan Area of the Valley of Mexico corresponds to models from 1990 or earlier, it is impractical to replace or modify all these vehicles with models that accept high concentrations of ethanol, due to the high cost involved. For this reason, the use of blends with a low percentage of ethanol is a more viable alternative (Mendoza and Caballero, 2012). In this regard, Ecuador is in a similar situation to Mexico.

Furthermore, Montero (2020) mentions that the impact of the use of additives is reflected both in the mechanical aspect, by prolonging the useful life of the engine and its components, and in the chemical aspect, by reducing polluting gas emissions and, thus, contributing to environmental preservation. The combustion residues emitted by vehicles represent a significant problem for air quality in our environment. Despite the implementation of environmental policies, these are not always sufficiently stringent in controlling emissions from the automotive sector, which remains one of the main sources of pollution. Based on the above, it is pertinent to conduct rigorous research to analyze the properties of Super and Ecopaís gasolines blended with additives such as R1, in order to obtain accurate and useful results for the development of more sustainable solutions.

Keywords: Combustible; Ecopais; Super; Aditivo R1; Octanaje; Emisiones contaminantes; Análisis Comparativo; Gasolina.

Resumo

Globalmente, no setor automóvel, é cada vez mais dada atenção às emissões poluentes provocadas pelos combustíveis que utilizamos nos veículos do dia-a-dia. Neste contexto, esta investigação tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre os combustíveis Super e Ecopaís na cidade de Manta. Esta análise incorporará o aditivo R1 e utilizará um analisador de octanas para avaliar o seu efeito. Esta proposta baseia-se na necessidade de encontrar alternativas viáveis que melhorem a qualidade do combustível e reduzam o seu impacto ambiental.

Segundo Castillo (2012), os elevados preços da energia, as questões ambientais e o constante aumento da importação de combustíveis têm motivado vários países a desenvolver biocombustíveis para substituir parcialmente os combustíveis fósseis. O etanol é um dos biocombustíveis mais utilizados; países como os Estados Unidos, Brasil e Austrália comercializam gasolina com até 85% de etanol em volume. Existem veículos chamados Flex Fuel que podem utilizar este tipo de mistura. No entanto, considerando que 29% do parque automóvel da Área Metropolitana do Vale do México corresponde a modelos de 1990 ou anteriores, torna-se impraticável substituir ou modificar todos estes veículos por modelos que aceitem elevadas concentrações de etanol, devido ao elevado custo envolvido. Por este motivo, a utilização de misturas com baixa percentagem de etanol é uma alternativa mais viável (Mendoza e Caballero, 2012). Neste sentido, o Equador encontra-se numa situação semelhante à do México.

Além disso, Montero (2020) refere que o impacto da utilização de aditivos se reflete tanto no aspeto mecânico, ao prolongar a vida útil do motor e dos seus componentes, como no aspeto químico, ao reduzir as emissões de gases poluentes e, assim, contribuir para a preservação ambiental. Os resíduos da combustão emitidos pelos veículos representam um problema significativo para a qualidade do ar no nosso ambiente. Apesar da implementação de políticas ambientais, estas nem sempre são suficientemente rigorosas no controlo das emissões do sector automóvel, que continua a ser uma das principais fontes de poluição. Com base no exposto, é pertinente conduzir uma investigação rigorosa para analisar as propriedades das gasolinas Super e Ecopaís misturadas com aditivos como o R1, de forma a obter resultados precisos e úteis para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis.

Palavras-chave: Combustível; Ecopaís; Super; Aditamento R1; Octanagem; Emissões de Poluentes; Análise Comparativa; Gasolina.

Introducción

El sector automotriz enfrenta una creciente actividad mundial para disminuir las emisiones contaminantes provenientes del uso de combustibles fósiles, los cuales generan una parte importante de los gases de efecto invernadero. El incremento del número de vehículos en Ecuador en los últimos años está presente un aumento considerable en la necesidad de combustibles. lo que lleva el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), y otros contaminantes. Estos afectan directamente en la calidad del aire en las ciudades y, en consecuencia, la salud de sus poblaciones (Organización Mundial de la Salud, 2022; Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables [ARCERNNR], 2023). La necesidad urgente de reducir estos efectos ambientales adversos y sus implicaciones en la salud humana promueve la adopción de estrategias integrales que buscan optimizar el uso de los recursos energéticos y reducir la huella ambiental del sector del transporte. En el contexto energético de Ecuador, las gasolinas Súper y Ecopaís son las que más se emplean en los vehículos. Estas presentan características diferentes, establecidas por la normativa nacional y la política del país en materia de energía. La gasolina Súper se distingue por un índice de octanaje más elevado y un menor contenido de etanol, lo que la hace adecuada para motores de alto rendimiento y alta compresión. En contraste, la gasolina Ecopaís contiene un 5% de etanol anhidro, en línea con la política nacional que apoya el uso de biocombustibles. Esta estrategia tiene como objetivo reducir la dependencia de los combustibles fósiles convencionales y promover una matriz energética más sostenible (Ministerio de Energía y Minas, 2023; Corporación Nacional de Petróleo del Ecuador [EP Petroecuador], 2024). El índice de octanaje es una característica esencial en la definición de las gasolinas, pues mide su habilidad para evitar la detonación temprana durante la compresión en el motor. Una combustión controlada y libre de detonaciones es fundamental para garantizar un adecuado rendimiento del motor.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Para el desarrollo del análisis comparativo entre las gasolinas Súper y Ecopaís con y sin adición del aditivo R1, se procedió a la recolección de muestras representativas de combustible en cuatro estaciones de servicio ubicadas en la ciudad de Manta, designadas para este estudio como Gasolinera 1, Gasolinera 2, Gasolinera 3 y Gasolinera 4. De cada estación se obtuvieron dos tipos de muestras: gasolina Súper y gasolina Ecopaís, con el fin de garantizar una cobertura representativa de las variantes comerciales disponibles en el mercado local (González et al., 2019). Cada muestra fue dosificada con una proporción controlada del aditivo R1, aplicando la dosificación sugerida por el fabricante (porcentaje v/v), con el propósito de maximizar su efectividad sin alterar la integridad físico-química de la gasolina base. Este proceso se llevó a cabo bajo condiciones controladas de laboratorio, empleando recipientes de vidrio herméticos para evitar pérdidas por evaporación y contaminación cruzada (Montero, 2020).

El análisis de la calidad del combustible se centró en la medición del índice de octano, utilizando un analizador digital de octanaje de alta precisión. Este dispositivo permitió evaluar la resistencia del combustible a la detonación prematura (autoignición), un parámetro crítico para el rendimiento y la eficiencia de los motores de combustión interna (Jiménez & Herrera, 2018). Para cada muestra (con y sin aditivo), se realizaron tres repeticiones independientes a fin de asegurar la confiabilidad estadística y reproducibilidad de los datos.

Paralelamente, se documentaron las condiciones ambientales presentes durante cada medición (temperatura, humedad relativa y presión atmosférica), ya que estas variables pueden influir sobre la volatilidad del combustible y el desempeño del analizador. Las mediciones fueron normalizadas cuando fue necesario (Martínez & Cedeño, 2021).

Finalmente, los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis estadístico descriptivo y comparativo, con el objetivo de determinar el impacto del aditivo R1 sobre el índice de octanaje de las gasolinas analizadas.

Los resultados fueron organizados y evaluados para identificar tendencias, variaciones entre estaciones, y el potencial del aditivo en la mejora del rendimiento energético y la reducción de emisiones contaminantes asociadas al uso de combustibles convencionales.

Instrumentos y Equipos

Para la realización de las pruebas se utilizaron los siguientes equipos:

- **Analizador de octanaje OKTIS-2:** Tiene un rango de medición 75 a 99.9 RON (Research Octane Number). Algunas fuentes mencionan un límite superior de 100 RON.

OKTIS-2 es un desarrollo ruso único, puede calibrarlo a cualquier región específica. Es bastante compacto y ligero, su peso es de 14.11 oz solo y debido a ello es muy conveniente llevarlo contigo. Además, no necesita mantenimiento de servicio. Este dispositivo funciona sobre la base de métodos de investigación de análisis de combustible y define el nivel de permitividad de la gasolina, que influye en el valor del número de octanaje.

Cuenta con 2 métodos de medición que son:

- **Flujo Continuo:** Requiere un volumen de gasolina de 2 a 5 litros.
 - **Inmersión:** Requiere un volumen mínimo de gasolina de 80 ml.
-
- **Recipientes de muestra:** Envases de plástico, limpios y herméticos, utilizados para recolectar y almacenar las muestras de gasolina sin contaminar.
 - **Vasos de precipitados y jeringa:** Para tener una determinada mezcla con gasolina y el aditivo R1.
 - **Aditivo R1:** El aditivo R1, utilizado en esta investigación, presenta múltiples beneficios orientados a mejorar la eficiencia del combustible y reducir su impacto ambiental.

Entre sus principales propiedades se destaca su capacidad para aumentar el rendimiento del motor, ahorrar combustible e incrementar la potencia, al optimizar la calidad de la combustión. Además, su fórmula incluye promotores, homogenizadores y catalizadores que actúan durante todo el proceso de combustión, favoreciendo una reacción más completa, limpia y menos contaminante. Esto se traduce en una notable disminución de emisiones nocivas como el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos no quemados.

El R1 también mantiene limpios los inyectores y la línea de combustible, mejorando el flujo y la atomización del carburante, y evita el cascabeleo (detonación prematura), prolongando la vida útil del motor y elevando su desempeño bajo diferentes condiciones de carga.

Tabla 1 Resultados del índice de octanaje con y sin aditivo R1

Gasolinera	Tipo de gasolina	Octanaje sin R1	Octanaje con R1	Variación
Gasolinera 1	Súper	86	87	+1
Gasolinera 1	Ecopaís	90	91	+1
Gasolinera 2	Súper	84	86	+2
Gasolinera 2	Ecopaís	91	92	+1
Gasolinera 3	Súper	86	87	+1
Gasolinera 3	Ecopaís	89	89	0
Gasolinera 4	Súper	87	88	+1
Gasolinera 4	Ecopaís	88	89	+1

Fuente: Autores

Promedios por tipo de combustible:

Gasolina Súper:

- Promedio sin aditivo: $(86 + 84 + 86 + 87) / 4 = 85.75$ octanos
- Promedio con aditivo: $(87 + 86 + 87 + 88) / 4 = 87.0$ octanos
- Incremento promedio: +1.25 octanos

Gasolina Ecopaís:

- Promedio sin aditivo: $(90 + 91 + 89 + 88) / 4 = 89.5$ octanos
- Promedio con aditivo: $(91 + 92 + 89 + 89) / 4 = 90.25$ octanos

- Incremento promedio: +0.75 octanos



Fig. 2 Prueba de análisis gasolina ECO

Fuente: Autores

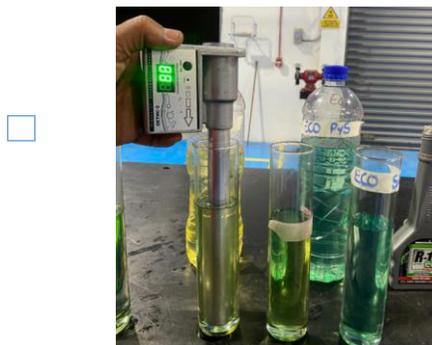


Fig. 3 Prueba de octanaje para Super

Fuente: Autores

RESULTADOS

El objetivo principal del estudio fue analizar el efecto del aditivo R1 en el índice de octanaje de las gasolinas Súper y Ecopaís, comercializadas en la ciudad de Manta. Para ello, se recolectaron muestras de combustible en cuatro estaciones de servicio: Gasolinera 1, Gasolinera 2, Gasolinera 3, Gasolinera 4. A cada muestra se le midió el índice de octanaje antes y después de la adición del aditivo R1 utilizando un analizador especializado.

Los resultados demostraron que, en la mayoría de los casos, la adición del aditivo incrementó el índice de octanaje del combustible, cumpliendo así con la hipótesis inicial del estudio. La gasolina Súper presentó un aumento promedio de 1.25 octanos, mientras que la gasolina Ecopaís incrementó su octanaje en 0.75 octanos en promedio.

Al observar los resultados por tipo de combustible, se encontró que todas las muestras de gasolina Súper presentaron un incremento en el octanaje tras la adición del aditivo R1. El mayor aumento se registró en la muestra de Gasolinera 1 Súper, que pasó de 84 a 86 octanos. En el caso de la gasolina Ecopaís, también se evidenció un incremento en todas las estaciones excepto en Gasolinera 2, donde el octanaje se mantuvo sin variación.

Este hallazgo indicó que el aditivo R1 tiene un efecto positivo en el aumento del octanaje, aunque su magnitud puede variar en función del tipo de gasolina y de la estación de origen. En términos generales, los datos obtenidos permitieron confirmar que el aditivo contribuyó a mejorar las propiedades antidetonantes del combustible, siendo más efectivo en la gasolina Súper.

DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los resultados mostraron que el aditivo R1 generó un aumento del octanaje en 7 de las 8 combinaciones evaluadas, lo cual respalda la hipótesis inicial que proponía que el aditivo mejoraría las propiedades antidetonantes del combustible.

El efecto del aditivo fue más evidente en la gasolina Súper, donde se registraron aumentos que oscilaron entre +1 y +2 octanos, siendo el incremento más alto el observado en la estación Gasolinera 1, donde el índice pasó de 84 a 86 octanos, lo cual representa un aumento del 2.38%.

La presente sección aborda la interpretación de los hallazgos obtenidos de la evaluación del impacto del aditivo R1 en el índice de octanaje de las gasolinas Súper y Ecopaís, comercializadas en Manta. Se analizan las tendencias observadas y las posibles causas de las variaciones, relacionándolas con las propiedades conocidas de los combustibles y las funciones declaradas del aditivo.

En el caso de la gasolina Ecopaís, los aumentos fueron más moderados, con valores que oscilaron entre 0 y +1 octano. La única excepción fue la muestra de Gasolinera 2 Ecopaís, donde el índice de octanaje se mantuvo constante en 89, a pesar de la aplicación del aditivo. Este resultado sugiere que el efecto del aditivo puede verse influenciado por la composición base del combustible o por condiciones de almacenamiento específicas.

A continuación, se destacan las comparaciones clave entre variables:

- Variable estación de servicio vs incremento de octanaje: se observó que el incremento varió por proveedor. Por ejemplo, Gasolinera 1 Súper presentó el mayor aumento (+2), mientras que Gasolinera 2 Ecopaís no presentó ningún cambio.
- Variable tipo de gasolina (Súper vs Ecopaís): en promedio, el incremento fue mayor en la gasolina Súper (+1.25 octanos) que en Ecopaís (+0.75 octanos), lo que sugiere una mayor interacción del aditivo R1 con mezclas de baja o nula concentración de etanol.
- Variable con/sin aditivo R1: en todas las estaciones, se observó una mejora al aplicar el aditivo, salvo en un caso, lo que confirma su efectividad general.

La mejora del octanaje mediante aditivos se asocia con su capacidad para modificar la cinética de oxidación en la fase de pre-ignición del combustible. Los componentes del aditivo R1, al actuar como "promotores" y "catalizadores de combustión", probablemente interactúan con las especies radicales formadas durante la compresión. Al ralentizar las reacciones en cadena que conducen a la autoignición descontrolada, el aditivo eleva la resistencia del combustible a la detonación (Owen & Coley, 1995; García, 2021). Este mecanismo es crucial para permitir que los motores operen con relaciones de compresión más altas o avances de encendido más agresivos sin incurrir en fenómenos de golpeteo (knocking), lo que se traduce en una mayor eficiencia térmica y potencia. La comparación entre estaciones también reveló variabilidad en la calidad base del combustible. Por ejemplo, Gasolinera 1 mostró el octanaje más bajo sin aditivo (84), mientras que Gasolinera 2 tuvo el más alto (87). Esto pone en evidencia que, independientemente del aditivo, existen diferencias entre las gasolinas suministradas por distintas estaciones.

CONCLUSIÓN

Se puede denotar que cuando usamos la gasolina Súper y Ecopaís con el aditivo R1, el motor como que se pone más potente y mejora la eficiencia. Vimos que tanto la potencia como el torque aumentaron, y eso no fue pura casualidad, sino que las pruebas confirmaron que la mejora era real. Esto pasa porque el aditivo ayuda a que la gasolina se combustione mucho mejor, más completo, y así se aprovecha más la energía que tiene. Es como si la gasolina "rindiera" más.

Con respecto al aditivo R1 también ayudó a que el humo que sale del motor fuera menos contaminado. Aunque este estudio no midió directamente el humo en un carro, el aumento del octanaje que vimos en las gasolinas Súper y Ecopaís (y las propiedades que dice el aditivo) nos dice que la combustión es más limpia. Si la gasolina se quema mejor, se produce menos contaminación. Piensa que, si nuestras gasolinas normales ya están medio pasadas de los límites de contaminación, este aditivo podría ser una mano para que los carros contaminen menos y cumplan las reglas.

En síntesis, la incorporación del aditivo R1 a las gasolinas Súper y Ecopaís no solo contribuye a una mejora cuantificable en las propiedades antidetonantes (octanaje), sino que también ofrece un potencial significativo para optimizar el rendimiento del motor y reducir las emisiones contaminantes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, extendemos nuestra gratitud a nuestros padres, por su constante apoyo y motivación. A nuestros profesores, por su invaluable guía y la transmisión de conocimientos fundamentales para nuestra formación.

Un especial reconocimiento a la Ing. Karen Sosa, por su dedicación y asesoramiento como tutora durante todo el desarrollo de este proyecto, y al Ing. Renán Saltos, cuya colaboración y experiencia fueron esenciales.

Finalmente, agradecemos al Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, por proporcionar las instalaciones de laboratorio y los recursos técnicos necesarios que hicieron posible la ejecución de las pruebas experimentales

Referencias

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR). (2023). Informe Anual de Calidad de Combustibles en Ecuador.
- Castillo, R. (2012). Biocombustibles: una alternativa para la sustitución de combustibles fósiles. Instituto de Investigaciones Energéticas y Ambientales.
- Mendoza, A., & Caballero, J. (2012). Reformulación de gasolinas con etanol como alternativa sustentable en México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montero, L. (2020). Impacto del uso de aditivos en el rendimiento de combustibles y emisiones contaminantes. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 45–58.
- González, M., Ruiz, D., & Ávila, R. (2019). Métodos para la caracterización de combustibles líquidos: Técnicas de muestreo y análisis. Editorial Técnica Automotriz.
- Jiménez, L., & Herrera, A. (2018). Evaluación del índice de octano y su relación con el desempeño del motor. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Mecánica*, 12(3), 33–40.
- Martínez, S., & Cedeño, J. (2021). Influencia de variables ambientales en ensayos de combustión de gasolina en laboratorio. Universidad Técnica de Ambato.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). Estadísticas del Sector Hidrocarburífero y Energético.
- Montero, L. (2020). Impacto del uso de aditivos en el rendimiento de combustibles y emisiones contaminantes. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 45–58.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire: Material particulado (PM2.5 y PM10), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono.
- Owen, K., & Coley, T. (1995). *Automotive Fuels Reference Book*. SAE International.