



Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas

Effect of magnetic treatment of diesel on exhaust emissions of agricultural tractors

Ernesto Maceo Fernández¹

<https://orcid.org/0009-0000-9047-4899>

Rogelio Víctor Paredes Pupo²

<https://orcid.org/0000-0003-3989-1122>

Ramón Arias Gilart³

<https://orcid.org/0000-0003-2050-9712>

Yadir Hidalgo Peña⁴

<https://orcid.org/0009-0002-9072-1030>

¹Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Holguín, Cuba

²Universidad de Holguín, Centro Universitario Municipal Banes, Holguín, Cuba

³Universidad de Oriente, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Santiago de Cuba, Cuba

⁴Universidad de Holguín, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Holguín, Cuba

emaceof@gmail.com rparedes@uho.edu.cu

ramonariasgilart@gmail.com yhidalgop@uho.edu.cu

Recibido: 2025/04/22 Aceptado: 2025/07/12 Publicado: 2025/08/18

Resumen

Introducción: En esta investigación se analizaron las emisiones de gases de escape de tres tractores del parque automotor agrícola de Banes, para evaluar el impacto del tratamiento magnético al diésel con la tecnología magnética NOVAMAG[®]01, **Objetivo:** evaluar la reducción de la emisión de gases con efecto invernadero en escape de tractores, a partir del tratamiento magnético al combustible. **Método:** se realizaron mediciones de la composición de gases de escape de tres

¹ Estudiante 5to año Agronomía de la Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Universidad de Holguín



tractores agrícolas, utilizando un analizador de gases de combustión Testo 350; dos mediciones en 2022 y otra en 2024; antes y después de instalar la tecnología magnética. Los indicadores medidos fueron las concentraciones de gases de escape: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de carbono (CO₂) provenientes de la combustión del diésel y la temperatura de salida de los gases, todo con el motor funcionando en ralentí. Una primera medición sin tratamiento al combustible y las otras luego de instalar la tecnología, donde la tercera medición se realiza al cabo de un año. **Resultados:** la evaluación de las mediciones evidencia una reducción significativa en la emisión de gases de escape de los tres motores. **Conclusión:** el tratamiento magnético al diésel en los tractores experimentales propicia una reducción de las emisiones de gases contaminantes (CO, NOx y CO₂) provenientes de la combustión, lo cual sugiere una alternativa viable para potenciar el cuidado al medio ambiente agrícola.

Palabras clave: diésel; gases de efecto invernadero; medio ambiente; tratamiento magnético

Abstract

Introduction: This study analyzed the exhaust gas emissions from three tractors belonging to the agricultural vehicle fleet in Banes, with the aim of evaluating the impact of magnetic treatment of diesel fuel using NOVAMAG®01 magnetic technology. **Objective:** To assess the reduction of greenhouse gas emissions in tractor exhaust as a result of applying magnetic treatment to the fuel. **Methodo:** Exhaust gas composition was measured in three agricultural tractors using a Testo 350 combustion gas analyzer. Measurements were conducted twice in 2022 and once in 2024 before and after the installation of the magnetic technology. The measured parameters included the concentrations of carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx), and carbon dioxide (CO₂) generated from diesel combustion, as well as the exhaust gas outlet temperature, all under engine idle conditions. The first measurement was performed without fuel treatment, while the subsequent measurements were taken following the installation of the magnetic system, with the third measurement conducted one year later. **Results:** The evaluation of the data indicates a significant reduction in exhaust gas emissions across all three engines. **Conclusion:** The

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



application of magnetic treatment to diesel fuel in the experimental tractors contributes to a decrease in the emission of pollutants (CO, NO_x, and CO₂) resulting from combustion. This suggests a potentially viable approach for enhancing environmental sustainability in agricultural settings.

Keywords: diesel; environment; greenhouse gases; magnetic treatment

Introducción

La preocupación internacional por la contaminación ambiental y sus efectos adversos en la salud humana y los ecosistemas ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles en diversos sectores para minimizarla, en lo cual se incluye la agricultura. En Cuba, este interés se ve reforzado por el programa nacional “Tarea Vida” que prioriza acciones para el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático, estableciendo una política nacional que impulsa la innovación en prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente (Taboada Zamora et al., 2021).

Al mismo tiempo, la intensificación de la producción agropecuaria para satisfacer la demanda mundial de alimentos exacerba este problema, especialmente en lo que respecta a las emisiones de gases contaminantes provenientes de los tractores diésel, ampliamente utilizados en la actividad agrícola. Por ello a nivel internacional, se observa un creciente interés en tecnologías de reducción de emisiones para la maquinaria agrícola, enfocadas en la optimización de la combustión en motores diésel.

Diversas estrategias se exploran, incluyendo la aplicación de la tecnología magnética para mejorar la atomización del combustible y la mezcla aire-combustible, para lograr una combustión más completa y, consecuentemente, menores emisiones del monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), y material particulado (PM) (Arias, Berenguer, et al., 2018; Gilart et al., 2020; Gilart et al., 2021; Perdana et al., 2020; Wibowo et al., 2020). Sin embargo, la implementación a gran escala de esta tecnología enfrenta desafíos tecnológicos y económicos. La tecnología magnética se basa en la aplicación de campos magnéticos para influir en las propiedades del combustible diésel y optimizar así la combustión. Los campos magnéticos influyen en la formación de las gotas de combustible y mejoran su atomización y distribución, lo que facilita la mezcla aire-combustible y una combustión más completa. Si bien la

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



implementación de esta tecnología implica un costo inicial en la adquisición e instalación del dispositivo magnético, se espera que genere beneficios económicos a largo plazo, derivados de la reducción del consumo de combustible y la mitigación de las emisiones contaminantes, lo que implica ahorros en costes de combustible y una menor probabilidad de multas por incumplimiento de las regulaciones ambientales (Arias, Falcón, *et al.*, 2018; Arias, Silveira, *et al.*, 2018; Chandrasekaran *et al.*, 2020; Faris *et al.*, 2012; Niaki *et al.*, 2020; Nufus *et al.*, 2020; Verdecia *et al.*, 2019).

El Proyecto Asociado a Programa “Generalización de las tecnologías magnéticas en la agricultura de Banes” implementa la tecnología magnética, desarrollada por el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) adjunto a la Universidad de Oriente. Esta tecnología utiliza imanes de alta inducción (0,25T) para influir en las moléculas del combustible diésel, modificar sus propiedades físicas y mejorar su combustión. Este tratamiento magnético se realiza mediante la instalación de dispositivos magnéticos NOVAMAG®01 en cada inyector del motor, sin necesidad de añadir aditivos ni modificar la composición del combustible. El resultado es un mejor aprovechamiento del diésel, que genera un aumento en la eficiencia del motor, reducción de fallas y obstrucciones. En consecuencia, se disminuye la emisión de gases nocivos a la atmósfera.

La efectividad de esta tecnología ya se ha demostrado en varias empresas cubanas, como el Centro de Inmunología Molecular (CIM) en La Habana, la Destilería de la Ronera Santiago de Cuba y la Empresa Mixta Compacto Caribe S.A., donde se ha observado un ahorro promedio del 5 % en el consumo de diésel y una reducción del 3 - 8 % en las emisiones contaminantes. Sin embargo, aunque existen estudios sobre la eficiencia energética y la reducción de emisiones en la agricultura cubana (Cogollos *et al.*, 2000), los resultados sobre la aplicación de tecnologías innovadoras para reducir las emisiones de los tractores diésel son aún limitados. En Cuba, la poca disponibilidad de combustibles de alta calidad, la obsolescencia del parque automotor agrícola y la falta de acceso a tecnologías de monitoreo de emisiones en tiempo real, representan importantes desafíos para la agricultura en el país. Es por ello necesaria una estrecha colaboración entre investigadores, agricultores y la industria, para facilitar así la adopción y difusión de prácticas sostenibles como la referida, por lo cual

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



es pertinente el objetivo de este trabajo de: evaluar la reducción de la emisión de gases de escape en tractores agrícolas, a partir del tratamiento magnético al combustible y comprobar su impacto con vistas a recomendar su generalización.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Banes, provincia Holguín, durante un período de dos años, en el cual se evaluó la efectividad de la tecnología magnética NOVAMAG®01 en tres tractores a diésel. Este estudio se centró en la medición de las emisiones de gases contaminantes en el escape, con el objetivo de determinar el impacto que esta tecnología puede tener en la reducción de los gases con efecto invernadero (GEI) emitidos por los tractores y evaluar su aporte a la sostenibilidad ambiental y la eficiencia económica en la agricultura local.

Para llevar a cabo esta investigación, se adoptó una metodología cuantitativa que se centró en mediciones precisas de las emisiones de gases contaminantes. Se integró un enfoque metodológico mixto, con la combinación de métodos teóricos para la revisión bibliográfica y la conceptualización del tema con métodos empíricos que facilitaron la recolección de datos. En este sentido, se realizaron mediciones de las emisiones antes y después de la instalación de los dispositivos magnéticos NOVAMAG®01. Además, se aplicaron métodos estadísticos descriptivos para el análisis de los datos recolectados, lo que permitió obtener conclusiones sólidas y fundamentadas. Como instrumento de medición, se utilizó un analizador de gases de escape, para garantizar la precisión en las mediciones. Se empleó el analizador de gases de combustión portátil Testo 350 (figura 1).

Figura 1

Analizador de gases de escape Testo 350



El diseño del experimento incluyó tres momentos para cada tractor: en el primero no se utilizó tecnología magnética en el motor y en los momentos dos y tres sí; el tercer momento distanciado de los dos primeros por 19 meses de trabajo. Los tres tractores operaron bajo condiciones estáticas controladas, lo cual garantizó uniformidad en factores como carga y velocidad del motor. Las mediciones se realizaron en condiciones similares para asegurar una comparación efectiva.

La población de este estudio incluyó los tractores New Holland 060142, YUMZ6 050225 y Belarus 070145; todos del parque automotor de la agricultura en Banes. Esta selección propició que los resultados fueran representativos y aplicables a un contexto más amplio dentro del uso de tecnología magnética en motores diésel. Así, el estudio buscó contribuir al entendimiento del impacto que esta tecnología puede tener en la reducción de emisiones contaminantes.

Los dispositivos magnéticos utilizados son los NOVAMAG[®]01, contruidos y certificados por el CNEA con imanes de tierras raras (Neodimio-hierro-boro) y poseen inducción magnética promedio de 0,25T. Se colocan en pares, fijados a cada tubo inyector de combustible en el motor, de modo que tratan el diésel inmediatamente antes de la combustión. En cada tractor se colocó un dispositivo por inyector.

Resultados y Discusión

Los tractores son la principal fuente de propulsión para el trabajo agrícola, se utilizan en diversas operaciones agrarias acoplados con diversos accesorios para el trabajo en campos y otras áreas. Estos equipos son de vital importancia en la agricultura y en la economía al ser empleados en tareas como arar y nivelar tierras de cultivo, sembrar, cosechar, fertilizar en general, entre muchas otras funciones. Los

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



tractores agrícolas dependen casi por completo de combustibles fósiles en un porcentaje superior al 99,9 %, como diésel, gasolina y gas licuado de petróleo (Johnsson *et al.*, 2019). Según datos de 2019, el sector agrícola a nivel mundial consumió el 2,7 % de todos los productos derivados del petróleo, además, generó 407 millones de toneladas de emisiones totales de CO₂ y el 24 % de las emisiones totales de GEI (Ağbulut y Sarıdemir, 2021). Por estas razones se profundiza en la búsqueda de alternativas que posibiliten la disminución de las emisiones de gases, fundamentalmente GEI, generadas en este sector por los tractores agrícolas.

En la investigación realizada se evaluaron las emisiones de gases de tres tractores agrícolas en tres etapas diferentes que se explican a continuación (Tabla 1), con sus respectivas siglas empleadas en tablas y gráficos.

Tabla 1

Etapas o momentos en que se realizaron las mediciones de gases

Siglas	Etapas
01MST	Mediciones de gases de escape Control, antes de realizar la instalación de los dispositivos magnéticos en los inyectores, es decir sin tratamiento magnético al diésel (MST)
02MCTMR	Mediciones de gases de escape una hora después de realizar la instalación de los dispositivos magnéticos en los inyectores, es decir con tratamiento magnético reciente (MCTMR)
03MCTMT	Mediciones de gases de escape en los tractores meses después de realizar la instalación de los dispositivos magnéticos en los inyectores, es decir con el tratamiento magnético actuando por más de 6 meses en los tractores (MCTMT)

La primera y segunda mediciones se realizaron en julio 2022 a los tractores New Holland 060142 y YUMZ6 050225 en áreas de la Empresa Municipal Agroindustrial Banes (**01MST** y **02MCTMR**). En febrero 2024, después de 19 meses en labores de ambos tractores; se realizaron nuevos análisis de gases para realizar un seguimiento de los efectos de la tecnología instalada en el tiempo (**03MCTMT**). Este mismo año se incorpora al estudio un tercer tractor, el Belarus 070145, al cual se hacen solo dos análisis, antes y después de instalar los dispositivos magnéticos (**01MST** y **02MCTMR**).

En todas las mediciones el motor del tractor se mantuvo en funcionamiento ralentí a 1500 rpm y se tomaron muestras de los gases emitidos durante 60 segundos.

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>

Las variables medidas fueron: la temperatura ambiente (TA), la temperatura de salida de los gases (TH), la concentración de las emisiones de CO, de NO_x y de CO₂, estos dos últimos considerados GEI. Cada variable se registró y guardó en el equipo analizador cada 3 segundos por lo que se tomaron 20 valores en cada medición. Estos resultados se promediaron y se calculó su desviación estándar para de esta forma realizar comparaciones estadísticas. Los resultados obtenidos en las emisiones del primer tractor objeto de estudio New Holland 060142 en las tres etapas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Emisiones de gases en las tres etapas para el tractor New Holland 060142

Variables	Promedio y desviación estándar			Diferencia* (%)	Diferencia** (%)
	01MST	02MCTMR	03MCTMT		
CO (ppm)	348,11±13,92 ^a	255,47±8,18 ^b	135,42±2,73 ^c	↓ 26,61	↓ 61,10
NO_x (ppm)	270,21±11,47 ^a	150,63±4,09 ^b	141,68±1,77 ^c	↓ 44,25	↓ 47,57
CO₂ (%)	2,49±0,02 ^a	2,00±0,01 ^b	1,96±1,77 ^b	↓ 19,68	↓ 21,29
TA (°C)	32,97±0,20 ^a	35,68±0,05 ^b	27,26±1,77 ^c	↑ 8,22	↓ 17,32
TH (°C)	140,98±5,80 ^a	156,53±2,49 ^b	165,70±2,42 ^c	↑ 11,03	↑ 17,53

Nota *Diferencia entre las etapas 01MST y 02MCTMR; ** Diferencia entre las etapas 01MSTy 03MCTMT Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas con un $p \leq 0,05$ para la prueba de Tukey.

El tratamiento magnético al combustible diésel en el tractor New Holland 060142 provocó una disminución considerable de las emisiones de los gases productos de la combustión con diferencias estadísticamente significativas. Los porcentos de reducción obtenidos en la primera etapa, es decir, al realizar la medición inmediatamente después de instalar la tecnología magnética, van desde un 19 hasta un 45 %. Especialmente se hace necesario recalcar que el CO₂ y el NO_x, gases de efecto invernadero, mostraron reducciones considerables en ambas etapas. Al mantener los dispositivos magnéticos instalados en el tractor para el tratamiento del

combustible, por más de un año, los resultados fueron aún mejores, obteniendo reducciones desde un 21 hasta un 61 % en las emisiones de gases contaminantes. La temperatura de los gases de salida mostró un incremento en ambas etapas respecto al control alcanzando un máximo de un 17 % aproximadamente.

Un comportamiento similar en los indicadores se obtuvo al realizar las mediciones y comparaciones en el Tractor YUMZ6 050225. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en este vehículo agrícola.

Tabla 3

Emisiones de gases en las tres etapas para el tractor YUMZ6 050225

Variables	Promedio y desviación estándar			Diferencia * (%)	Diferencia* * (%)
	01MST	02MCTMR	03MCTMT		
CO (ppm)	632,42±20,71 _a	551,74±41,5 _b	508,47±4,88 ^c	↓ 12,76	↓ 19,60
NOx (ppm)	316,26±7,52 ^a	313,42±6,19 _a	186,95±5,99 _b	↓ 0,90	↓ 40,89
CO2 (%)	1,81±0,02 ^a	1,73±0,02 ^b	1,06±0,02 ^c	↓ 4,42	↓ 41,44
TA (°C)	33,76±0,14 ^a	33,62±0,26 ^a	25,97±0,19 ^b	↓ 0,41	↓ 23,07
TH (°C)	145,85±2,36 ^a	150,69±1,22 _b	97,43±0,75 ^c	↑ 3,32	↓ 33,20

Nota. *Diferencia entre las etapas 01MST y 02MCTMR; ** Diferencia entre las etapas 01MSTy 03MCTMT Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas con un $p \leq 0,05$ para la prueba de Tukey.

De manera general, en este tractor también disminuyeron las emisiones de gases después de la instalación de la tecnología magnética. Esto ratifica que este tipo de tratamiento alternativo puede considerarse como una opción viable desde el punto de vista medioambiental para reducir el impacto negativo que genera la agricultura y sus medios de trabajo en la atmósfera. Los porcentos de reducción alcanzados son menores que los obtenidos en el primer tractor y están en el rango de 0,9 a 41 %. Estas diferencias se deben principalmente a que son tipos de marcas y motores diferentes, con distintos años de explotación y cada uno tiene sus características específicas propias, de acuerdo al nivel de desgaste y de mantenimiento al que ha sido sometido. Vale la pena resaltar que se mantienen los resultados positivos importantes en la

disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en un rango de alrededor de 40 %.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las mediciones antes y después de instalada la tecnología magnética en el tercer tractor Belarus 070145. Este último tractor es de una adquisición más reciente por lo que ha tenido un menor desgaste. Cuenta con un sistema de inyección de combustible moderno por lo que es más eficiente en todos sus procesos.

Tabla 4

Emisiones de gases en las tres etapas para el tractor Belarus 070145

Variables	Promedio y desviación estándar		Diferencia (%)
	01MST	02MCTMR	
CO (ppm)	500,37±51,33 ^a	460,89±17,75 ^b	↓ 7,89
NOx (ppm)	195,05±24,59 ^a	183,11±10,11 ^a	↓ 6,12
CO ₂ (%)	1,13±0,02 ^a	1,09±0,15 ^a	↓ 3,54
TA (°C)	26,05±0,09 ^a	31,4±0,2 ^b	↑ 20,54
TH (°C)	63,27±2,82 ^a	71,56±6,95 ^a	↑ 13,10

Los resultados obtenidos en este tractor muestran disminuciones en las emisiones de gases contaminantes en un rango de 3 a 7 %, y en algunos casos sin ser estadísticamente significativas. Esto se debe a que en los vehículos modernos el sistema de inyección de combustible está más automatizado, lo que permite que el proceso de combustión ocurra con un máximo de eficiencia ya que se garantiza una correcta relación aire/combustible. Sin embargo, con el tratamiento magnético del combustible se logró disminuir con diferencias estadísticas significativas las emisiones de CO, un gas resultado de la combustión incompleta, lo que significa que se redujeron las pérdidas de energía asociadas a la formación de este gas. Es por esto que se puede afirmar que la tecnología magnética incrementa la eficiencia del proceso al disminuir las pérdidas por combustión incompleta, lo que se evidencia en todos los tractores con la disminución del CO luego del tratamiento.



Al analizar los resultados de forma global, se evidencia el impacto positivo de la aplicación de la tecnología magnética para el tratamiento de combustibles, al disminuir las emisiones de gases contaminantes generadas por este tipo de vehículos, fundamentalmente los gases de efecto invernadero. Resultados similares en la disminución de estas emisiones en motores de combustión han sido reportados por varios investigadores, quienes realizaron ensayos en motores de prueba o bancos de laboratorio y alcanzaron reducciones de las emisiones en rangos entre un 5 y un 30 % (Attar *et al.*, 2020; Gilart *et al.*, 2020; Kartik *et al.*, 2019; Niaki *et al.*, 2020). Vale recalcar que estos motores de prueba generalmente tienen pocas horas de explotación y un menor desgaste, lo que podría explicar que en vehículos o motores con un mayor nivel de explotación (como los dos primeros tractores analizados) los resultados sean aún más favorables en las emisiones y la eficiencia de la combustión.

La explicación del mecanismo de acción del tratamiento magnético sobre el combustible diésel en los procesos de combustión ha sido poco estudiada debido a la gran complejidad de estos sistemas dispersos del petróleo y de sus derivados. Algunos investigadores han demostrado el efecto del uso de esta tecnología en diferentes propiedades de estos fluidos como la viscosidad y el comportamiento reológico, entre otros (Faris *et al.*, 2012; Jing *et al.*, 2019; Pivovarova, 2004). Los efectos observados después del tratamiento magnético a combustibles dependen de varios factores, entre los que se destacan la composición química y la estructura de los hidrocarburos, la inducción magnética, el tipo de tratamiento empleado, entre otros (Jing *et al.*, 2019; Loskutova y Yudina, 2003).

Los combustibles como el diésel pueden ser considerados como dispersiones o suspensiones en los que compuestos organometálicos complejos, hidrocarburos de elevado peso molecular y algunas nanopartículas metálicas forman la fase dispersa (Du *et al.*, 2011). En estas dispersiones, debido a fuerzas de atracción física intermoleculares se forman estructuras densamente empaquetadas llamadas pseudocompuestos, estas estructuras pueden organizarse en grupos o asociaciones conocidas como clústeres (Guo *et al.*, 1994). En los sistemas dispersos del petróleo se consideran partículas a las formaciones centralmente simétricas con un núcleo denso que contienen moléculas paramagnéticas (parafinas de alto peso molecular,

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



compuestos aromáticos, heterocíclicos u organometálicos altamente condensados) (Musina y Maryutina, 2016).

Estos compuestos presentan propiedades paramagnéticas y diamagnéticas, por lo que al exponerse a ondas electromagnéticas se orientan en paralelo o perpendicularmente a la dirección del vector del campo magnético (Pivovarova, 2004). A nivel de las asociaciones o clústeres, los campos magnéticos producen vibraciones que cambian la distribución en el espacio de las partículas paramagnéticas (Pivovarova, 2019); por lo que se rompen las asociaciones moleculares o clústeres (Al-Khaledy, 2008; Bhurat *et al.*, 2018; Elamin *et al.*, 2015; Ugare *et al.*, 2014). La energía de las ondas magnéticas no es capaz de romper enlaces químicos entre átomos, pero pueden romper y debilitar las interacciones intermoleculares que mantienen unidas las aglomeraciones de moléculas (Faris *et al.*, 2012; Pivovarova, 2019). Los puentes de hidrógeno y los enlaces de Van der Waals son algunas de las fuerzas de atracción intermoleculares que pueden ser afectadas por la exposición a campos magnéticos. Por esta razón, algunas propiedades de los hidrocarburos, tales como la viscosidad y la tensión superficial, disminuyen después de su interacción con campos magnéticos. Este fenómeno provoca que se produzcan partículas y gotas más pequeñas durante el proceso de atomización del combustible, lo que garantiza una mezcla más homogénea del combustible con el aire, una combustión más eficiente y menor emisión de gases contaminantes.

Conclusiones

Se realizó la instalación de dispositivos magnéticos para el tratamiento de combustible diésel en tres tractores del parque automotor agrícola de Banes y se evaluó la influencia de esta tecnología en las emisiones de gases productos de la combustión de estos equipos. El tratamiento magnético al diésel provocó una disminución significativa de las emisiones de gases contaminantes de los tres tractores analizados, lo cual alcanza mejores resultados a partir de un año de instalada la tecnología en los motores, con reducciones desde 7 % hasta 60 % de CO, NO_x y CO₂. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento magnético al diésel en tractores es una alternativa viable desde el punto de vista ambiental, porque reduce el impacto

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



negativo de la agricultura en la atmosfera al disminuir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero de los tractores agrícolas.

Referencias Bibliográficas

- Ağbulut, Ü. y Sarıdemir, S. (2021). A general view to converting fossil fuels to cleaner energy source by adding nanoparticles. *International Journal of Ambient Energy*, 42(13), 1569-1574.
- Al-Khaledy, A. A. J. (2008). High performance and low pollutant emissions from a treated diesel fuel using a magnetic field. *Al-Qadisiya Journal for Engineering Sciences*, 1(2), 211-224.
- Arias, G. R., Berenguer, U. M., Vázquez, N. J. A., Silveira, F. Y. y Alfaro, R. C. E. (2018). Disminución de las emisiones de monóxido de carbono con el tratamiento magnético del combustible. *Centro Azúcar*, 45(1), 21-31.
- Arias, G. R., Falcón, H. J., Campos, S. M., Silveira, F. Y. y López, G. Ó. (2018). Efecto del tratamiento magnético en el comportamiento reológico del diésel. *Revista Tecnología Química*, 38(2), 412-427.
- Arias, G. R., Silveira, F. Y., Campos, S. M. y Falcón, H. J. (2018). Efecto de un campo magnético estático en la tensión superficial del diésel y su atomización. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*, 22(1), 9-21.
- Attar, A., Arulprakasajothi, M., Vasulkar, D., Gorde, N., Kharat, S. y Kulkarni, S. (2020). Investigation of impact of the magnetic field through Halbach array on hydrocarbon fuel. *International Journal of Ambient Energy*, 43(1), 1-6.
- Bhurat, S. S., Sharma, H., Jha, A. K., Dixit, K. K., Shukla, P. y Kunwer, R. (2018). Magnetization of diesel fuel for compression ignition engine to enhance efficiency and emissions. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(6), 341-347.
- Chandrasekaran, M., Prakash, K., Prakash, S. y Ravikumar, M. (2020). Influence on performance and emission characteristics of diesel engine by introducing medium strength magnetic field in fuel and air lines. *MS&E*, 764(1), 12-32.
- Cogollos, J. B., Vega, J. R. F., Medina, A. S. y Morales, G. B. C. (2000). Influencia del tratamiento magnético en los parámetros de salida del motor D-65. *Centro Azúcar*, 27(1), 19-25.

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



- Du, E., Tang, H., Huang, K. y Tao, R. (2011). Reducing the viscosity of diesel fuel with electrorheological effect. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 22(15), 1713-1716.
- Elamin, A. A., Ezeldin, M., Masaad, A. M. y Suleman, N. M. (2015). Effect of Magnetic Field on Some Physical Characteristics and Cetane Number of Diesel Fuel. *American Journal of Applied Chemistry*, 3(6), 212-216.
- Faris, A. S., Al-Naseri, S. K., Jamal, N., Isse, R., Abed, M., Fouad, Z., Kazim, A., Reheem, N., Chalob, A. y Mohammad, H. (2012). Effects of Magnetic Field on Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Two-Stroke Engine. *Energy Procedia*, 18, 327-338.
- Gilart, R. A., Ungaro, M., Rodríguez, C., Hernández, J., Sofia, M. y Verdecia, D. (2020). Performance and exhaust gases of a diesel engine using different magnetic treatments of the fuel. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 14(1), 6285-6294.
- Gilart, R. A., Verdecia, D. d. I. M. D., Ortiz, C. O., García, C. E. A. y Hernández, J. F. F. (2021). Mathematical modeling of the working temperatures of a diesel engine coupled to a generator and powered by a diesel-Jatropha oil blend. *Revista cubana de ingeniería*, 12(2), 283-298.
- Guo, H., Liu, Z., Chen, Y. y Yao, R. (1994). A study of magnetic effects on the physicochemical properties of individual hydrocarbons. *Logistical Engineering College, Chongqing*, 40(2), 216-220.
- Jing, J., Shi, W., Wang, Q. y Zhang, B. (2019). Viscosity-reduction mechanism of waxy crude oil in low-intensity magnetic field. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 42(3), 1-14.
- Johnsson, F., Kjärstad, J. y Rootzén, J. (2019). The threat to climate change mitigation posed by the abundance of fossil fuels. *Climate Policy*, 12(1), 258-274.
- Kartik, Y., Raja, R. y Mithun, S. (2019). Experimental Investigation on the Effect of Fuel Magnetization for Improvement of Diesel Engine's Efficiency. *SASTech-Technical Journal of RUAS*, 18(1), 9-12.
- Loskutova, Y. V. y Yudina, N. (2003). Effect of constant magnetic field on the rheological properties of high-paraffinicity oils. *Colloid Journal*, 65(4), 469-474.

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



- Musina, N. y Maryutina, T. (2016). Application of magnetic treatment to changing the composition and physicochemical properties of crude oil and petroleum products. *Journal of analytical chemistry*, 71(1), 27-34.
- Niaki, S. R. A., Zadeh, F. G., Niaki, S. B. A., Mouallem, J. y Mahdavi, S. (2020). Experimental investigation of effects of magnetic field on performance, combustion, and emission characteristics of a spark ignition engine. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 39(2), 13-27.
- Nufus, T., Lestari, S., Ulfiana, A. y Manawan, M. (2020). Magnetization of Biodiesel (Cooking Oil Waste) to Temperature and Pressure Combustion in Diesel Engine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,
- Perdana, D., Yuliaty, L., Hamidi, N. y Wardana, I. (2020). The Role of Magnetic Field Orientation in Vegetable Oil Premixed Combustion. *Journal of Combustion*, 20(3), 1-11.
- Pivovarova, N. (2019). Use of wave effect in processing of the hydrocarbonic raw material. *Petroleum Chemistry*, 59(6), 559-569.
- Pivovarova, N. A. (2004). Naturaleza de la influencia de un campo magnético constante sobre los sistemas dispersos petrolíferos (en ruso). Refinación de petróleo y petroquímica. *Logros científicos, tecnológicos y mejores prácticas* (10), 20-26.
- Taboada Zamora, A., Orlando Ernesto Rey Santos y Cardoso, O. C. G. (2021). Programa tarea vida en Cuba y su articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Roca: Revista Científico-Educacional de la Provincia de Granma*, 12(1), 1-15.
- Ugare, V., Phobale, A. y Lutade, S. (2014). Performance of internal combustion (CI) engine under the influence of strong permanent magnetic field. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 3(2), 11-17.
- Verdecia, D. d. I. M. D., Gilart, R. A., Rodríguez, C. E. A., Font, Y. S., Gainza, R. O. M. y Fernández, K. d. I. C. S. (2019). Evaluation of a mixture of jatropha oil-diesel under the action of a magnetic field. *Ingeniería Energética*, 41(1), 1-10.

e8899

Cite este artículo como:

Maceo Fernández, E., Paredes Pupo, R.V., Arias Gilart, R. y Hidalgo Peña, Y. (2025). Efecto del tratamiento magnético al diésel en las emisiones de gases de tractores agrícolas. *Universidad & ciencia*, 13(2), e8899.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8899>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16877993>



Wibowo, N., Utami, S., Riyanto, C. y Setiawan, A. (2020). Impact of Magnetic Field Strengthening on Combustion Performance of Low-Octane Fuel in Two-Stroke Engine. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(1), 57-62.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.