

United Nations Institute for Training and Research



ECOETIQUETA
INFORMES EXISTENTES PARA ECOETIQUETA





EcoEtiqueta para el producto GREEN PLUS

Metodología de otorgamiento de esta EcoEtiqueta: está basada en el meta análisis de los resultados obtenidos por numerosas pruebas realizadas en diferentes laboratorios y empresas del mundo. Con los datos recabados se formó un criterio, considerando los resultados obtenidos en estudios que se realizaron con los protocolos más estrictos, siempre en cumplimiento de los estándares de calidad comúnmente aceptados por la comunidad científica especializada internacional. Adjuntamos un resumen de dichos estudios realizados por Fundación EcoConciencia donde basamos el siguiente criterio para esta EcoEtiqueta.

Conclusiones por uso de Green Plus:

Gasolina (naftas o bencinas)

Item	% de Reducción		
Consumo de Combustible	7%		
Gases Efecto Invernadero	7%		
Material Particulado	30%		

Diésel (gasoil, gasóleo o petrodiesel)

Item	% de Reducción			
Consumo de Combustible	7%			
Gases Efecto Invernadero	7%			
Material Particulado (incluye Black Carbon)	30%			

Criterio de precaución en el cálculo de reducción de Gases Efecto Invernadero: en el mismo no se consideró el potencial de efecto invernadero de la disminución del Black Carbon, ni de la reducción de emisiones del óxido nitroso, lo que daría una reducción de emisiones mucho mayor, pero se tomó esta medida precautoria de seguridad para compensar las diferencias de reducción de emisiones que se visualizaron entre las pruebas con diferentes tipos y modelos de motores, y en diferentes condiciones de uso.

En las gasolinas (naftas o bencinas) la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero GEI proviene del aumento de la eficiencia energética registrada en el combustible, que genera una reducción del 7% de la cantidad de volumen consumido, que a su vez permite la certificación de una reducción generalizada y cuantificable del 7% de los gases de efecto invernadero CO_{2 eq} en las gasolinas (naftas o bencinas) catalizadas con la tecnología Green Plus. La reducción de emisiones del Material Particulado fueron del 30%.

Para el Diésel (gasoil, gasóleo o petrodiesel) la reducción de emisiones de Black Carbon, del Material Particulado PM10 y PM2,5 fueron del 30%. La reducción de los gases de efecto invernadero GEI provienen del aumento de la eficiencia energética registrada en el combustible, producto de una quema más completa, que genera una reducción de la cantidad del volumen consumido, y que permite certificar la reducción del 7% de los gases de efecto invernadero expresados en CO_{2 eq} en el Diesel (gasoil, gasóleo o petrodiesel), catalizado con la tecnología Green Plus.

En lo que respecta a los Óxidos de Nitrógeno NOx y Dióxido de Azufre SOx, se verificaron importantes hallazgos con el uso del Green Plus, que indican una reducción significativa que ayudan a disminuir la emisión de estos gases contaminantes con grandes oportunidades en termoeléctricas y combustibles marinos.

Lo anterior permite que los combustibles fósiles catalizados con la tecnología Green Plus, en la proporción de 50 partes por millón, ya sea en litros o en galones puedan clasificarse como Combustibles de Transición Energética (Energy Transition Fuel) necesarios

para ser incorporados a la estrategia de Transición Energética de Naciones Unidas.

Para que los beneficios de la **EcoEtiqueta** sean transferibles a gobiernos y empresas, se deberá cumplir con el principio de rastreabilidad y trazabilidad (que sea un proceso medible, cuantificable y auditable).

La tecnología Green Plus no modifica las características físicas, químicas o termodinámicas de los combustibles fósiles ni de los biocombustibles. Estos continúan conservando sus propias características, especificaciones técnicas y normatividad permitiendo que la tecnología pueda ser utilizada por todas las marcas de motores y ser adicionada a todos los tipos de combustibles líquidos como gasolinas (naftas o bencinas), Diésel (gasoil, gasóleo o petrodiesel), etanol y biodiesel.

Se deja constancia que la compañía HOREB ha cumplimentado la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a su estrategia corporativa, a través de capacitaciones y talleres realizados por CIFAL Argentina, siendo compatible para la emisión de esta EcoEtiqueta.

La presente EcoEtiqueta está vigente a partir del día 17 de enero de 2019, y esta condicionada a que todas las pruebas que realice HOREB a nivel mundial con el producto Green Plus, deberán ser informadas a Fundación EcoConciencia y a la entidad de Naciones Unidas CIFAL Argentina, para que actualice las conclusiones generales. La no realización de dicha medida hará caer la vigencia de la EcoEtiqueta. Dicha vigencia será confirmada anualmente mediante documento al efecto.

Lic. Rodolfo Tarraubella

CIFAL Argentina Director Ejecutivo

Resumen Ejecutivo

El aditivo Green Plus fue testeado por diferentes laboratorios obteniendo distintas certificaciones relativas a su desempeño en la reducción de emisiones. A continuación una breve reseña de los resultados obtenidos:

Ha sido registrado en la US Environmental Protection Agency demostrando así haber cumplido sus rigurosos estándares de calidad.

Green Plus fue aprobado como aditivo por TxLED Ultra Low Sulfur Diesel Test Report en agosto de 2005. Se produjeron las siguientes reducciones al haber analizado el combustible (diesel) sin y con el aditivo Green Plus: 0,95 % de HC; 7,55% de NOx; 9,10 % de NO; 24,97% de CO; 13,87 % de CH4 y 0,99 % de MP. En el caso de los NMHC se produjo un aumento de 32,40 % y en el caso del CO2 del 0,04%.

Según el California Environmental Engineering (CEE), Diesel Emissions Tests, Biofriendly exitosamente demostró en 2004 la viabilidad de Green Plus para reducir las emisiones y mejorar el rendimiento del combustible. Green Plus logró reducciones significativas en cada uno de los principales contaminantes (5,09 % NOx, 8,35 % MP, y 10,64 % HC) y una mejora del 5% en el rendimiento del combustible (aplicado al diesel y utilizado en un motor de tareas pesadas). Además se realizó una simulación EPA non-road 8- mode, que estima las emisiones producidas por camiones en áreas altamente urbanizadas, provocando que los motores trabajen en punto muerto por largos periodos de tiempo. Esta simulación arrojó como resultados reducciones de: 14,18 % HC; 6,03 % NOx; 2,59 % CO.

El mismo organismo en 2013, realizó el Gasoline Emissions Tests. En esta ocasión, los resultados de la prueba mostraron una significativa reducción en las emisiones: 39,9 % en hidrocarburos totales, 45,2 % en monóxido de carbono y 9,4 % en óxidos de nitrógeno. Al mismo tiempo, Green Plus demostró una mejora en el rendimiento del combustible.

De acuerdo al Beijing Automobile Research Institute Emissions Test, 2013, Green Plus obtuvo como resultado de las pruebas en autos construidos en China usados con combustible Chino, una reducción en las emisiones del 9,1 % de monóxido de carbono, de 20,4 % de hidrocarburos y de 16,1 % de óxidos de nitrógeno. En cuanto al consumo de combustible, este se redujo en un 1,7 % gracias al uso de Green Plus, para una prueba de uso del aditivo por 5-10 Km. Al realizar la prueba por 9000 Km se registró un aumento en el rendimiento del combustible de 6,45 %.

Según el Petroecuador testing, las reducciones de emisiones producidas por el agregado del catalizador Green Plus fueron para fuentes estacionarias: CO: 52,27 %, NO₂: 43,57 %, SO₂: 50,06 %; para fuentes móviles: Opacidad: 90 %, CO: 54,98 %, NOx: 53,415 %, SO₂: 4,66 %

Según el laboratorio Australiano Consultants Pty Ltd, de las mediciones realizadas en el buque Arafuera, las reducciones de NOx fueron de 21,9 %, las de CO de 7,0 % y el material particulado en un 12,0 %. Los SOX incrementaron en 0,1 %, pero debe notarse que el contenido de azufre en el combustible incrementó en un 39,1 %, por lo que efectivamente esto significa que Green Plus produjo niveles de emisión de SOx equivalentes a combustibles con un contenido mucho menor de azufre.







De las pruebas realizadas en el buque Red Eagle por Scientifics Ltd Air and Emissions Testing Group, el resultado importante a destacar fue la reducción de las emisiones de dióxido de azufre a prácticamente cero, como así también en el material particulado.

El gobierno de Jalisco realizó una serie de pruebas en una flota de 35 colectivos para determinar la reducción de la opacidad en las emisiones producidas por los vehículos, en el año 2006. Luego de recolectar datos de línea de base, se obtuvo como resultado la reducción en promedio del 72 % de la opacidad, luego de utilizar por un período de 67 días el catalizar Green Plus.

Según el test del Valle de Aburrá, realizado por el Laboratorio de investigación del Grupo de Investigación en Higiene y Gestión GHYGAM del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, luego de llevar adelante las pruebas en 25 vehículos diesel durante 90 días, aplicando el aditivo Green plus se obtuvieron las siguientes reducciones:

- CO ralentí: 66,7 %
- CO crucero: 23,7 % para toda la flota y 33,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- NOx ralentí: 8,1 % para toda la flota y 15,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- NOx crucero: 4 % para toda la flota y 25,7 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 ralentí: -18,2 %
- CO2 crucero: -10,3 % para toda la flota y -13,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- Opacidad: 0,74 % para toda la flota y 7,9% considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- PST (partículas sólidas totales): 30,7 % para toda la flota y 54,2 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- Rendimiento: 8 % para toda la flota y 11,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.

En el caso de las pruebas realizadas en 25 vehículos a gasolina se obtuvieron los siguientes resultados:

- CO ralentí: 58,4 % para toda la flota y 57,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO crucero: 26 % para toda la flota y 36,6 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- HC ralentí: 24,9 % para toda la flota y 42,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- HC crucero: -4,4 % para toda la flota y 71,4 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 ralentí: 1,5 % para toda la flota y -0,3 considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 crucero: -0,98 % para toda la flota y -2,22 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- PST (partículas sólidas totales): 46 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.







 Rendimiento: 3,55 % para toda la flota y 5,07 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.

En el test realizado en la empresa MINERA PENMONT S. DE R.L. DE C.V, UNIDAD "LA HERRADURA", se analizaron las emisiones de NOx, CO y CO2 con y sin la aplicación del aditivo Green Plus, sobre una flota de 143 equipos: Camiones, Pipas, Cargadores, Orquestas, Motoniveladoras, Palas, Rotarias, Topadoras y Tractores, los cuales en general son de naturaleza rodante. Como resultados se obtuvo una reducción del 55% en el caso del CO, una reducción del 26,2 % para el NOx y del 5,68 % para el CO2.

En el test realizado en la empresa del sector portuario CONTECON, se contabilizaron las emisiones de NOx, CO y CO2 con y sin la aplicación de Green Plus a un total de 60 equipos de variada naturaleza: grúas, montacargas y tractos. De ellos un 73 % es de naturaleza rodante. Además se determinó el aumento en el rendimiento del combustible, que arrojó como resultado un 7,48 %. En el caso del CO se produjo una reducción del 45 %, un 34,7 % en el caso del NOx y un 5,64 % para el CO2.

Respecto al test del Grupo OCUPA, empresa del sector portuario, se tuvieron en cuenta las emisiones de NOx, CO y CO2 producidas por un total de 72 grúas pórticas, grúas de marco, montacargas, y trailers. De ellos un 93 % es de naturaleza rodante. Los resultados obtenidos fueron una disminución del 67 % de emisiones de NOx, del 72,5 % de CO y del 3,14 % de CO2.

En relación al estudio sobre la empresa TRANSPORTES MANZANILLO, se analizaron las emisiones de NOx y CO de 5 vehículos de marca Kenworth, la mayoría de modelos de 2016 a 2018. En el caso de los NOx la reducción fue del 24,2 %, en el caso del CO fue de un 86,3 % y por último, para el CO2 fue de un 2,98 %.

Por último, en el informe IREAYA, se analiza el aumento del rendimiento del combustible. El estudio fue realizado en dos vehículos. En uno de ellos, donde se contempló el uso del combustible recomendado por el fabricante del auto, se observó una reducción en el consumo del combustible de 13,22 %.

A continuación se presenta, a modo de resumen, una tabla con los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas sobre el catalizador Green Plus. Dichas pruebas analizan la reducción de emisiones por el uso de combustibles como el diesel y la gasolina, y el aumento del rendimiento de dichos combustibles. Es importante considerar este último aspecto dado que indirectamente influye en las emisiones totales.







Tool	Rodu	rcelones	en las en	Aumento de rendimiento del	Notas				
	нс	NOx	со	NMHC	502	Opaci- dad	MP	con bustible (%)	
TxLED test	0,95	7,55	24,97	-32,40	NC	NC	0,99	NC	
CEE Diesel emissions test	10,64	5,09	0,72 (aumen	NC	NC	NC	8,35	5	
CEE Diesel emissions test	14,18	6,03	2,59	NC	NC	NC	NC	NC	Simulation of EPA Non-road 8-mode test
CEE Gasaline emissions test	39,9	9,4	45,2	NC	NC	NC	NC	1,8	
BARI emissions test	20,4	16,1	9,1	NC	NC	NC	NC	1,7/6,45	El ahorro de combustible es mayor al usar el aditivo por 9000 km
Petroecuador test	NC	43,7	52,27	NC	50,06	NC	NC	NC	Fuentes estacionarias
Petroecuador test	NC	53,4 15	54,98	NC	4,66	90	NC	NC	Fuentes móvile
ACSE lest		21,9	7		0,1 (aument o)		12	NC	El combustible al usar Green Plus contenía u incremento de 39,1% de azufre.
REF test	NC	NC	NC	NC	100	NC	NC	NC	No se realizó comparación con las emisiones sin e uso de Green Plus
MSJGE test	NC	NC	NC	NC	NC	72	NC	NC	
VA diesel test ralenti	NC	8,1	66,7	NC	NC	0,74	30,7	8	
VA diesel test crucero	NC	4	23,7	NC	NC	NC			
VA gasolina test ralenti	24,9	NC	58,4	NC	NC	NC	46	3,55	
VA gasolina test crucero	-4,4	NC	26	NC	NC	NC			







Total HC	Red	ucciones	Aumento de rendimiento						
	нс	NOx	со	NMHC	CO2	Opaci- dad	MP	del combustible (%)	Notas
MP-LA	NC	26,2	55	NC	5,68	NC	NC	NC	
Contecon	NC	34,7	45	NC.	5,64	NC	NC	7,48%	
Ocupa	NC	67	72,5	NC	3,14	NC	NC	NC	
TM	NC	24,2	86,3	NC	2,98	NC	NC	NC	
IREAYA	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	13,22	

Referencias

TxLED: Texas Low Emission Diesel

CEE: California Environmental Engineering BARI: Beijing Automobile Research Institute ACSE: Arafura Container Ship Emissions

REF: Red Eagle Ferry

MSJGE: Mexico State of Jalisco Government Emissions

VA: Valle de Aburrá

MP-LA: Minera Penmont - La Herradura

TM: Transportes Manzanillo

HC: Hidrocarburos

NOx: Óxidos de nitrógeno CO: Monóxido de carbono

NMHC: Non-methane hydrocarbons - Hidrocarburos sin metano

SO2: Dióxido de azufre MP: Material Particulado NC: No contabilizado







Conclusiones

Luego del análisis de los diferentes estudios realizados sobre la influencia del catalizador Green Plus en la reducción de las emisiones de diferentes contaminantes al ser adicionado en diferentes combustibles, podemos destacar los resultados de dos estudios:

1) Valle de Aburrá

Para vehículos a diesel:

CO ralentí: 66,7 %

CO crucero: 23,7 %

NOx ralentí: 8,1 %

NOx crucero: 4 %

Opacidad: 0,74 %

PM: 30,7 %

Rendimiento: 8 % (aumento)

Para vehículos a gasolina:

CO ralentí: 58,4 %

CO crucero: 26 %

HC ralentí: 24,9 %

HC crucero: -4,4 %

PM: 46 %

Rendimiento: 3,55 % (aumento)

Nota: Se realiza una distinción entre las reducciones producidas en modo ralentí y en modo crucero dado que los resultados obtenidos son muy variables, y no sería representativo presentar un único valor.

2) Informe IREAYA

Para vehículos a gasolina:

Rendimiento: 13,22 %







Material particulado

Diferentes fenómenos naturales y actividades antropogénicas producen la incorporación a la atmósfera de partículas que dependiendo de su concentración pueden provocar efectos negativos sobre la salud, el clima, los ecosistemas y las construcciones. Además pueden producir reducciones en la visibilidad, produciendo un aumento en la absorción/dispersión de la radiación solar. Estos fenómenos de dispersión y absorción influyen directamente en el conocido efecto invernadero responsable del calentamiento global. Es por ello fundamental que se incluyan análisis de estos materiales, y no simplemente limitarse al estudio de los gases de efecto invernadero. Podemos identificar como fuentes de material particulado a las erupciones volcánicas, incendios forestales, actividades industriales y labores agrícolas o de construcción. El material particulado se suele clasificar en PM10 y PM2,5 dependiendo del diámetro de las partículas. La notación PM10 se utiliza para indicar aquellas cuyo diámetro es menor a 10 µm, y PM2,5 para aquellas cuyo diámetro es menor a 2,5 µm. El motivo de esta distinción radica en el acceso de dichas partículas a las vías respiratorias, cuanto más pequeñas sean mayor será su capacidad de acceso. Por lo tanto, el MP con diámetro menor a 2,5 µm presenta una mayor peligrosidad dado que puede alcanzar a los alvéolos pulmonares, generando efectos más severos sobre la salud. El tamaño de las partículas también incide en el comportamiento que tendrán en la atmósfera. Cuanto menor sea su tamaño, menor será su peso y podrán permanecer suspendidas en el aire por una mayor cantidad de tiempo, y recorrer distancias más grandes. En forma inversa, cuanto mayor sea el tamaño, menor será su permanencia en la atmósfera, más rápido se depositarán en la superficie y a una distancia más cercana de su punto de generación.

Hace tiempo que se conoce que el carbón negro contribuye al cambio climático, pero resulta muy complicado poder cuantificar esa contribución. A raíz de un estudio publicado en el Journal of Geophysical Research, llevado adelante por 31 científicos durante 4 años, se determinó que el papel del black carbon sobre el cambio climático es mucho más importante que el que se creía. De hecho, se determinó que es el segundo más grande contribuyente luego del dióxido de carbono, capturando más calor que el metano, que previamente era considerado como el segundo.

Otras certificaciones

Además de las certificaciones antes mencionadas, el aditivo Green Plus de Biofriendly fue testeado en diferentes aspectos:

- Se midió la calidad del aire en el depósito del cliente Palletline Plc, en dónde previamente al uso de Green Plus había graves problemas de salud de los empleados que trabajaban en el depósito, y que mejoraron significativamente desde la incorporación del aditivo Green Plus a los motores de los montacargas.
- Se hicieron pruebas en motores que confirmaron una mejor performance de los mismos al usar Green Plus en cuanto a la presión de caballos de fuerza, torque y empuje.
- Se realizaron "No harm tests", concluyendo que Green Plus no causa daño alguno a los motores a diésel o gasolina, ni cambia materialmente las especificaciones del combustible.
- Se realizaron "Health Safety Tests", analizando distintas concentraciones del aditivo, para evaluar posibles mutaciones en el ADN, dando como resultado ninguna actividad mutogénica o tóxica.







- Se estudiaron sus efectos tóxicos en Rusia (previamente a ingresar a este mercado).
 Los resultados arrojaron que Green Plus tiene una toxicidad aceptable similar al alcohol isopropílico.
- Se realizaron tests de toxicidad, dando como resultado que el combustible con el aditivo Green Plus no incrementa significativamente ninguna de las emisiones tóxicas comunes.
- Se realizaron pruebas con el objetivo de determiner si algún metal tóxico común superaba los límites aceptables. El resultado mostró que todos estaban dentro de los niveles y límites aceptables.

A continuación se detalla más información de las diferentes certificaciones, verificaciones y estudios realizados en relación a las **emisiones al aire**.

TxLED Ultra Low Sulfur Diesel Test Report

El "Texas Commission on Environmental Quality" (TCEQ) supervisa el programa para introducir el Diesel de Bajas Emisiones de Texas, TxLED por sus siglas en inglés: Texas Low emission Diesel. En resumen, este programa crea un mecanismo para combustibles alternativos que cumplen los requerimientos TxLED mediante rigurosos testeos de laboratorio para entrar al Mercado como combustible diesel aprobado por TxLED. El corazón del programa es que el combustible "candidato", que usualmente se trata de un diesel EPA #2 con aditivos agregados, debe ser capaz de alcanzar o reducir las emisiones obtenidas del combustible de referencia de TxLED.

El reporte brinda los detalles del testeo y muestra que Green Plus en un combustible diesel #2 fue capaz de alcanzar el criterio especificado en el registro de Texas, como combustible alternativo aceptado para el Mercado TxLED.

El resultado fue la aprobación de Green Plus para tratar diesel #2 en Texas en Agosto de 2005.

Resultados obtenidos de la comparación del combustible del candidato con y sin Green Plus:

Se produjeron las siguientes reducciones al haber analizado el combustible (diesel) sin y con el aditivo Green Plus: 0,95 % de HC; 7,55% de NOx; 9,10 % de NO; 24,97% de CO; 13,87 % de CH4 y 0,99 % de MP. En el caso de los NMHC se produjo un aumento de 32,40 % y en el caso del CO2 del 0,04%.







Table X. Comparison of emissions levels in the candidate fuel versus the candidate fuel with Green Plus present.

	Candidate	Candidate with	Percent change from		
	No GP	Green Plus	Candidate alone		
	Average	Average of 9			
	75, 76, 77				
HC	0.4736	0.4691	0.95%		
NOz	9.5933	8.8609	7.55%		
NO	8.8128	8.0108	9.10%		
CO2	651.5457	651.7993	-0.04%		
co	5.9222	4.4432	24.97%		
Methane	0.3418	0.2944	13.87%		
NMHC	0.1319	0.1747	-32.40%		
PM	0.901	0.8921	0.99%		
Fuel data					
Fuel Usage (g)	5082.8333	4917.2222	3.26%		
BSFC	0.4351	0.4347	0.09%		

Basándose en los resultados Biofriendly respondió a TCEQ que dado que la mayoría de las emisiones generadoras de smog fueron reducidas al valor de referencia (NOx) o valores significativamente menores (CO, HC Y NMHC) que el combustible de referencia puede alcanzar con el agregado de Green Plus a ASTM/EPA o al Diesel #2 Texas Standard (500 ppm azufre), debería ser aprobado como una fórmula equivalente a TxLED. Luego de una extensa revisión realizada por el personal de TCEQ y por US EPA, y de la provisión de información extra acerca de Biofirendly, Green Plus fue aprobado para usarse en Texas en todo tipo de diesel como una fórmula alternativa.

Dado que TCEQ está aparentemente más preocupado por las emisiones de NOx que las de los demás, hemos optimizado el producto para reducir estas emisiones y a su vez reducir las emisiones de particulado. También tuvimos en cuenta que en junio de 2006, la EPA exigiría azufre ultra bajo (15 ppm) para toda la nación, y esto reduciría el material particulado significativamente. Biofriendly cree que Green Plus bajará el material particulado en los combustibles ultra bajos en azufre y consecuentemente disminuiría el material particulado en este tipo de motores de tareas pesadas (Heavy -duty engines) si se utilizara de manera continua.

California Environmental Engineering, Diesel Emissions Tests

California Environmental Engineering (CEE), quien realizó las pruebas, es un laboratorio independiente reconocido por la EPA y aceptado por la Junta de Recursos del Aire de California que ha realizado testeos vehiculares para la mayoría de los fabricantes de vehículos automotores.

Prueba de tareas pesadas







En mayo/junio de 2004, en el laboratorio CEE, Biofriendly exitosamente demostró la viabilidad de Green Plus para reducir las emisiones y mejorar el rendimiento del combustible. Green Plus logró reducciones significativas en cada uno de los principales contaminantes (NOx, MP, y HC) y una mejora del 5% en el rendimiento del combustible (aplicado al diesel y utilizado en un motor de tareas pesadas).

Una base de datos comparativa del combustible con y sin el catalizador Green Plus, indica significativas reducciones en las emisiones en los caños de escape y una mejora en el rendimiento del combustible. En resumen, luego de 150 horas de operación con el catalizador, los hidrocarburos volátiles se redujeron en promedio 10,64 %, los óxidos de nitrógeno un 5,09 %, y el material particulado un 8,35 %.

California Environmental Engineering, Gasoline Emissions Tests

Prueba de trabajo ligero

En Diciembre 2013, Biofriendly Corporation realizó un testeo certificado de emisiones para determinar las emisiones de escape de un automóvil a gasolina de carga liviana utilizando el catalizador Green Plus. Los resultados de la prueba mostraron una significativa reducción en las emisiones: 39,9 % en hidrocarburos totales, 45,2 % en monóxido de carbono y 9,4 % en óxidos de nitrógeno. Al mismo tiempo, Green Plus demostró una mejora en el rendimiento del combustible.

El Sr. Joe Jones, Director de programas de CEE escribió en su informe, "Los resultados de todas las emisiones gaseosas de los caños de escape exhibieron una significativa mejora entre las pruebas de líneas de base y aquellas realizadas luego de la acumulación de millas utilizando el catalizador líquido Green Plus. Además, la mejora en el rendimiento del combustible es considerada significativa para un vehículo de su edad y millas acumuladas, especialmente considerando que el vehículo venía funcionando con combustible de alto octanaje y bien oxigenado. La reducción general en las emisiones con la acumulación de millas usando el catalizador líquido es evidente. La disminución sustancial de las emisiones de NOx y HC se considera concluyente y digna de mención. Creemos que los datos de prueba verifican la viabilidad de la tecnología y que se podrían lograr mejoras más dramáticas mediante pruebas adicionales ".

Beijing Automobile Research Institute Emissions Test

Diciembre 2003- Febrero 2004. Como Biofriendly exploraba oportunidades de mercado en China, algunos funcionarios chinos sugirieron que Green Plus fuese testeado por el Instituto de Investigación del Automóvil de Beijing (BARI) para probar que funcionara en los autos construidos en China utilizando combustible chino.

Como resultado de las pruebas se obtuvo una reducción en las emisiones del 9,1 % de monóxido de carbono, de 20,4 % de hidrocarburos y de 16,1 % de óxidos de nitrógeno. En cuanto al consumo de combustible, este se redujo en un 1,7 % gracias al uso de Green Plus.

Petroecuador Testing

Las pruebas fueron realizadas por el gobierno del Ecuador. El estudio consistió en la realización de una serie de pruebas para determinar la reducción de emisiones de CO, NOx y SO₂ y la reducción de la opacidad, producidas por el agregado del catalizador







Green Plus al diesel. Las emisiones fueron medidas en dos sistemas de bombas estacionarias de la empresa Petroecuador, y en dos motores de colectivos de la empresa Petrocomercial El Baterio Terminal. Básicamente el estudio consistió en la comparación de las emisiones en condiciones normales y con el agregado del catalizador, y así poder determinar la reducción de las emisiones.

Como resultado de todas las mediciones realizadas, se obtuvo en promedio las siguientes reducciones en las fuentes estacionarias (bombas):

CO: 52,27 %

NO2: 43,57 %

SO2: 50,06 %

Resultado del monitoreo en fuentes móviles:

Opacidad: 90 %

CO: 54,98 %

NOx: 53,415 %

SO2: 4,66 %

Los resultados obtenidos de las bombas fueron comparados con la Ordenanza Nº 12 de Agosto de 2003 del gobierno ecuatoriano, la cual establece los valores permitidos de cada contaminante por metro cúbico de aire, y se determinó que las emisiones se redujeron a valores mucho menores a los requeridos por la misma.

Arafura container ship emissions testing

El estudio se enfocó principalmente en la mejora del rendimiento del combustible, pero también se realizaron mediciones relativas a la reducción de emisiones, realizada por un laboratorio Australiano "Emissions Testing Consultants Pty Ltd". Las mediciones se realizaron en septiembre 2003 luego de que Arafura estuviera utilizando por alrededor de un año el catalizador Green Plus, y en marzo de 2005, luego de haber removido el mismo por más de seis meses. Es importante destacar que durante el período de tratamiento con Green Plus, el barco estaba utilizando un combustible con alto contenido de azufre (3,2 %). Durante el período de línea de base, el barco estaba usando combustible tratado (2,3 % contenido de azufre), con una diferencia de 9.000 ppm de azufre.

Los resultados demostraron que usando Green Plus, las reducciones de NOx se redujeron en 21,9 %, CO en un 7,0 % y el material particulado en un 12,0 %. Los SOX incrementaron en 0,1 %, pero debe notarse que el contenido de azufre en el combustible incrementó en un 39,1 %, por lo que efectivamente esto significa que Green Plus produjo niveles de emisión de SOx equivalentes a combustibles con un contenido mucho menor de azufre.

Red Eagle Ferry Test

Green Plus Ltd realizó pruebas del catalizador en el ferry Red Eagle que opera entre Southampton y la isla de Wight en el Reino Unido. Las mediciones fueron realizadas por Scientifics Ltd Air and Emissions Testing Group, un laboratorio certificado en UK. El ferry había estado utilizando Green Plus por 3 meses al momento de las mediciones, y un







combustible con contenido de 1900 ppm de azufre, un valor relativamente alto. A pesar de que no había datos de línea de base, lo importante de los resultados fue la determinación de la reducción de las emisiones de dióxido de azufre a prácticamente cero, como así también en el material particulado.

En el informe declaran: "Vale la pena resaltar que los niveles de dióxido de azufre (0) y de material particulado (5,2 mg/m3) fueron ambos muy bajos".

La ausencia de SO2 sugiere que Green Plus tiene ciertamente un efecto positivo en los niveles de emisión, pero se sugiere la realización de más pruebas antes y luego del uso del catalizador.

Mexico State of Jalisco government emissions test

El gobierno de Jalisco realizó una serie de pruebas en una flota de 35 colectivos para determinar la reducción de la opacidad en las emisiones producidas por los vehículos, en el año 2006. Luego de recolectar datos de línea de base, se obtuvo como resultado la reducción en promedio del 72 % de la opacidad, luego de utilizar por un período de 67 días el catalizar Green Plus.

Test Valle de Aburrá- Colombia- En vehículos diesel

El estudio consistió en la estimación de la eficiencia energética y la reducción de emisiones como resultado de la aplicación del catalizador green plus por 90 días en combustibles líquidos utilizados en el Valle de Aburrá. Las pruebas se realizaron en 25 vehículos diésel. Los resultados de cambio de rendimiento muestran una reducción de consumo de diésel del 8 % para toda la flota, y para el 72 % de la muestra que presentó mejora, la reducción fue del 11.8%. Las reducciones de CO, rpm ralentí, fueron de 66,7%. En rpm crucero fueron de 23,7%. Las reducciones de NOx en ralentí fueron de 8,1 % y 4 % en crucero. Las reducciones estuvieron presentes en la mayoría de los vehículos analizados (63% en ralentí y 58% en crucero) con reducciones entre los vehículos con mejora de 15,3% en ralentí y 25,7% en crucero. En cuanto a la opacidad se presenta disminución promedio global de 0.74%, mientras que para el 60% de los vehículos que presentaron reducción, una mejora del 7.9 % es obtenida como la media de los datos.. El PM2.5, presenta reducciones en masa del 30.7 %, y una reducción en masa del 54.2 % para el 79 % de la flota, como efecto de la mejora de combustión. La reducción del contenido de carbono en la partícula procedente de la combustión, en promedio fue del 6 %. Dado a que este contenido de carbono se encuentra en forma de la fracción fragmental EC o Black carbón BC y como carbono orgánico OC, esta reducción es importante como indicador de la combustión más eficiente y como aportante a la disminución de la cantidad de materia carbonacea emitida y la cual, para el caso del Valle de Aburrá, hace parte en promedio del 48 % del PM2.5 ambiental respirable en la región (AMVA, Convenio CA 315, 2014).

El BC ha sido estudiado y asociado con efectos cancerígenos en la salud de acuerdo con reportes de la OMS desde el 2012, siendo por lo tanto de alto beneficio la reducción en materia orgánica o carbonacea derivada de la Tecnología molecular GREEN PLUS aplicada al diésel, teniendo en cuenta que este componente igualmente, conforma en promedio el 28 % de la masa PM2.5 ambiental (AMVA, Convenio CA 315, 2014).

En cuanto al aporte a la meta de la COP 21, en el escenario 1 (E1) planteado en el modelo LEAP para el impacto de la Tecnología Green Plus, se encontró que, se aplica en







toda la flota diesel del Valle de Aburrá en el 2030, se aportaría en un 20% a la meta del COP21 en la reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados en las emisiones vehiculares del Valle de Aburrá, siendo una alternativa para aportar desde la región metropolitana al cumplimiento de la meta objetivo para Colombia de reducir las emisiones contaminantes de carbono en un 20% para el año 2030. El uso de la Tecnología Green Plus en el diésel y la gasolina consumido en el Valle de Aburrá, aportaría en 0,4%, 0,29 millones de toneladas de CO2-eq. a la meta de Colombia de 67 millones de toneladas de CO2-eq en el año 2030.

Es importante hacer notar que en las muestras de diésel con Green Plus comparado con la partícula de la LB, no hay aportes de nuevos elementos, en especial de carácter tóxico como Ti, Bi entre otros, lo cual es importante tanto para la salud de la población como para la integridad de los componentes del automotor.

Para comprender la presencia de material orgánico en las partículas emitidas en la combustión diésel y gasolina, tanto en LB y 90 días con Green Plus), se evaluaron las mayores pérdidas de masa (LB-90 días) expresadas en %, para cada límite de temperatura de calcinación. De manera comparativa, se puede confirmar que hay un mayor contenido orgánico en las muestras PST, asociadas al PM2.5, en el diésel que en las de gasolina, propiedad acorde con los mayores valores de carbono en la caracterización SEM-EDS. A su vez, este contenido es menor en las particulares emitidas en la combustión del diésel catalizado contribuyendo a la disminución del carbono negro o Black Carbón, contenido en esta fracción, evaluada en un 28.7 % en promedio.

Test Valle de Aburrá- Colombia- En vehículos a gasolina

Las pruebas se realizaron en 25 vehículos a gasolina. A los 90 días de consumo de la gasolina con la Tecnología Green Plus el rendimiento aumentó en un 3,6 %, para toda la flota.

Según la edad vehicular, los vehículos viejos (modelos 2005 a 2008) tuvieron mejor respuesta frente al uso de la Tecnología. Los seminuevos (modelos 2009 a 2012) tuvieron mejora de rendimiento sostenido en el tiempo, con menor intensidad que la lograda por los vehículos viejos.

Para los 90 días de consumo de Green Plus se produjo una reducción para toda la flota de 58,4% de CO y 26% en velocidades ralentí y crucero respectivamente. La reducción en la concentración de hidrocarburos (HC) fue del 24,9% para toda la flota en ralentí y en crucero un aumento de 4,4%, encontrando resultados para el 85% de la muestra que presentó mejora, se obtiene una reducción 71,4% (modo crucero).

El material particulado PST, fracción PM2.5, obtuvo una reducción de 46 % en el 36 % de la flota que presentó mejora.

La reducción de carbono promedio fue del 24%. Dado que en este contenido de carbono se encuentra la fracción fragmental EC (Elemental Carbon) o BC (Black carbón), tomando como base las condiciones de consumo del vehículo, la fracción EC presenta una reducción en el 100% de la muestra.

Un balance de masa para la validación de las concentraciones medidas en el experimento fue realizado a partir de las mediciones de concentraciones de gases y de material







particulado, teniendo especial cuidado en llevar a cabo mediciones simultáneas de flujos, humedades y temperaturas en la salida de los gases de escape de los distintos vehículos estudiados. Así, fue posible establecer balances de masa para las cuatro situaciones estudiadas: línea base en condiciones ralentí y crucero estático y con el uso la Tecnología molecular Green Plus (GP) en las mismas condiciones. Estos balances permitieron tener una aproximación a las emisiones específicas de CO2, CO y PST, y los flujos de combustibles y de inquemados en la combustión bajo las condiciones de las pruebas estáticas realizadas Se encontró muy buena consistencia entre las concentraciones medidas y los balances de masa, validando que los resultados con el combustible diésel de manera concluyentes en cuanto a las mejoras al utilizar la Tecnología en el caso diésel.

Protocolo Buenos Aires

La prueba piloto tiene como objetivo verificar el efecto que presenta el aditivo GreenPlus, sobre el rendimiento del combustible (gasolina). La prueba piloto fue llevada a cabo en tres vehículos de marca Chevrolet, a los cuales se les realizo pruebas de rendimiento sin y con aditivo GreenPlus, tanto en régimen crucero estático como ralentí, por un periodo de 5 días. Además se analizaron las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos sin quemar.

El uso del catalizador generó un aumento en el rendimiento de los 3 vehículos en los 15 casos con excepción de uno de ellos. Es importante destacar que los resultados mejoran a medida que nos acercamos al día 5 de estudio. El aumento osciló entre 5,64% y 12,65%, en promedio hablamos de un 7,16%. Se lograron obtener disminuciones de la concentración promedio de monóxido de carbono (CO) en los gases de combustión en régimen crucero estático que oscilan entre 49 % y 96.1 %, con un promedio del 57 % para el consolidado de todos los vehículos, cuando se utilizó el aditivo GreenPlus. En régimen ralentí el valor fue del 56.8 % para el consolidado de todos los vehículos. En el caso de los hidrocarburos sin quemar en los gases de combustión se obtuvieron disminuciones en régimen crucero estático entre 11.1 % y 91.1 %, con un promedio del 67.2 % para el consolidado de todos los vehículos, cuando se utilizó el aditivo GreenPlus. En régimen ralentí el valor fue de 34.6 % para el consolidado de todos los vehículos, cuando se utilizó el aditivo Green Plus. Por último, para los NOx se logró obtener una disminución en régimen crucero estático del 73.9 % para el consolidado de todos los vehículos, cuando se utilizó el aditivo Green Plus, y en régimen ralentí del 44.2 %.

Directora del Estudio: Ing. Sofía Garro

Asistencia técnica especializada: Tec. Ligia Formica







De las pruebas realizadas en el buque Red Eagle por Scientifics Ltd Air and Emissions Testing Group, el resultado importante a destacar fue la reducción de las emisiones de dióxido de azufre a prácticamente cero, como así también en el material particulado.

El gobierno de Jalisco realizó una serie de pruebas en una flota de 35 colectivos para determinar la reducción de la opacidad en las emisiones producidas por los vehículos, en el año 2006. Luego de recolectar datos de línea de base, se obtuvo como resultado la reducción en promedio del 72 % de la opacidad, luego de utilizar por un período de 67 días el catalizar Green Plus.

Según el test del Valle de Aburrá, realizado por el Laboratorio de investigación del Grupo de Investigación en Higiene y Gestión GHYGAM del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, luego de llevar adelante las pruebas en 25 vehículos diesel durante 90 días, aplicando el aditivo Green plus se obtuvieron las siguientes reducciones:

- CO ralentí: 66,7 %
- CO crucero: 23,7 % para toda la flota y 33,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- NOx ralentí: 8,1 % para toda la flota y 15,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- NOx crucero: 4 % para toda la flota y 25,7 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 ralentí: -18,2 %
- CO2 crucero: -10,3 % para toda la flota y -13,3 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- Opacidad: 0,74 % para toda la flota y 7,9% considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- PST (partículas sólidas totales): 30,7 % para toda la flota y 54,2 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- Rendimiento: 8 % para toda la flota y 11,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.

En el caso de las pruebas realizadas en 25 vehículos a gasolina se obtuvieron los siguientes resultados:

- CO ralentí: 58,4 % para toda la flota y 57,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO crucero: 26 % para toda la flota y 36,6 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- HC ralentí: 24,9 % para toda la flota y 42,8 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- HC crucero: -4,4 % para toda la flota y 71,4 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 ralentí: 1,5 % para toda la flota y -0,3 considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- CO2 crucero: -0,98 % para toda la flota y -2,22 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.
- PST (partículas sólidas totales): 46 % considerando solamente los vehículos que presentaron mejoras.