

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBONILLA EN LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL ISUZU 4JB1 2.8, CON EL USO DE DIÉSEL PREMIUM Y BIODIESEL A BASE DE HIGUERILLA B10.

Resumen

El problema aborda parte de una problemática existente en la contaminación ambiental por la generación de carbonilla en la cámara de combustión de los motores diésel, debida a la utilización de diésel fósil y biodiésel. Bajo estas consideraciones, se busca identificar una opción alternativa que mejore el rendimiento del motor diésel en condiciones operativas en costos y afectaciones ambientales. Se realizó el diagnóstico e investigación de campo sobre la formación de la carbonilla en la cámara de combustión por usar biodiésel y diésel común, para identificar ventajas, desventajas, oportunidades de reducción y posibles amenazas en el empleo de los mismos, mediante análisis de los efectos contaminantes en el medio ambiente a través de datos experimentales. Finalmente se hace un estudio comparativo del consumo y rendimiento del motor diésel ISUZU 4 JB1 2.8 cuando se emplea el biodiésel B10 y el diésel Premium. Este análisis comparativo se obtiene a través del análisis contrastado de las cantidades de carbonilla en la cámara de combustión del motor citado, cuando se le somete a escenarios de trabajo, empleando en forma alternativa y combinada los carburantes antes mencionados. El resultado final de la investigación más destacado es la reducción de gases contaminantes, cuando se utiliza el biodiésel se está contribuyendo con el medio ambiente y de igual manera se da cumplimiento con las normativas internacionales sobre la emisión de gases contaminantes de los motores de combustión interna; por otra parte existe una reducción de carbonilla de 0,02 gr, existe una mayor optimización en el combustible ecológico, mediciones en un tramo de tiempo equivalente a 30:05:00 de funcionamiento del motor investigado. Este análisis se lo efectuó en los 4 cilindros, con un promedio de 0, 15 gr en cada uno de ellos.

Abstract

The problem of addressing an existing problem in environmental pollution by the generation of carbon in the combustion chamber of diesel engines, due to the use of fossil diesel and biodiesel. Under these considerations, it is sought to identify an alternative option that improves the performance of the diesel engine in operating conditions in costs and environmental effects.

The diagnosis and investigation of the field on the formation of char in the combustion chamber to use, biodiesel and common diesel, was made to identify advantages, disadvantages, reduction opportunities and possible threats in the use of the same, by means of analysis of the polluting effects on the environment through experimental data. Finally, a comparative study is made of the consumption and performance of the diesel engine ISUZU 4 JB1 2.8 when B10 biodiesel and Premium diesel are used.

This comparative analysis is obtained through the contrasted analysis of the quantities of carbon in the combustion chamber of the engine, when it comes to a work scenario, the use in alternative form and the combination of the aforementioned fuels.

The final result of the most outstanding research is the reduction of polluting gases, when using biodiesel which is an effective contribution to the environment and complies with international standards on the emission of polluting gases from internal combustion engines; On the other hand there is a reduction of char of 0.02 gr, which is an indicator of the optimization of the ecological fuel, measurements in a stretch time equivalent to 30:05:00 of the operation of the investigated engine. This analysis was carried out in the 4 cylinders, with an average of 0, 15 gr in each of them.

1. Introducción

El principal objetivo del presente trabajo radica en analizar el comportamiento del motor diésel ISUZU 4 JB1 2.8 con uso de biodiésel a base de higuierilla empleando mezcla B10, con la finalidad de recaudar datos específicos sobre los niveles y porcentajes de emisiones de gases contaminantes que se generan en el proceso de combustión del motor.

De esta manera se comparan los diferentes resultados obtenidos en las pruebas realizadas al motor en función con las normativas que rigen en el control de gases contaminantes en el territorio Ecuatoriano. El presente trabajo de grado se desarrolló en las instalaciones y laboratorios de la carrera de ingeniería automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

En el primer capítulo se presenta el problema a investigar y para ello se detalla los antecedentes, el planteamiento del problema con su respectiva formulación, la delimitación del trabajo; al igual se pone en conocimiento el objetivo general y sus respectivos objetivos específicos, culminando con la justificación.

A continuación, tenemos el capítulo dos, donde se expone el marco teórico y se pone en detalle lo referente a las fuentes de obtención de biodiésel en Ecuador, y la manera de cómo elaborar biodiésel de higuierilla. Contextualmente abordamos diferentes temas de interés para el desarrollo del trabajo, los cuales radican en parámetros y normativas en las cuales se debe regir al momento de elaborar biodiésel y de igual manera las pruebas a las que se van a someter el motor en el transcurso del trabajo.

Para finalizar este capítulo damos a conocer los diferentes equipos que se emplearán para la realización de las pruebas al motor diésel ISUZU 4 JB1 2.8

El tercer capítulo está enfocado en todo el desarrollo del presente trabajo de titulación, donde observamos la puesta a punto que se ejecutó al motor diésel ISUZU 4 JB1 2.8. Además, se detalla cada una de las pruebas a las que fue sometido el motor con sus respectivas tablas de datos que se registraron para cada una de las pruebas.

En el cuarto capítulo tenemos el análisis de los resultados que se obtuvieron en cada una de las pruebas realizadas al motor, se muestra de igual manera los cuadros porcentuales y gráficas de los resultados de variación que se obtuvieron en las pruebas al motor en función de las mezclas que se utilizaron para el desarrollo de la investigación.

Para finalizar tenemos el capítulo cinco en el que se observan las conclusiones y recomendaciones que se extrajeron en el transcurso de la investigación, seguido de esto se adjunta la bibliografía utilizada y los anexos más relevantes e importantes.

2. Origen del biodiésel

El Biodiesel es un combustible sustituto del gas-oíl para motores diésel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales), aceites o grasas de fritura usados 1 y metanol o etanol (este también puede ser obtenidos a partir de productos agrícolas). (Larosa, 2011, p.7)

El biodiésel posee propiedades similares del combustible diésel empleado como combustible para automóviles, camiones, ómnibus y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diésel obtenido de la refinación del petróleo (Meneses, 2002, p.9). Además se considera que no es necesario efectuar ninguna modificación en los motores para poder emplear este combustible hasta B10.

El biodiesel, desde el punto de vista de la inflamabilidad y toxicidad, es más seguro que el gas-oíl proveniente del petróleo, no es peligroso para el ambiente y es biodegradable. (Benjumea, 2015, p.12)

3. Sustancias que colaboran en el proceso de carbonilla.

La composición de la carbonilla empieza en el centro de la cámara de combustión por medio de pequeñas gotas pulverizadas en el cilindro de la ignición, ya que en diferentes puntos de la combustión aire/combustible es baja, esto ocurre cuando no se quema en su totalidad el combustible en el cilindro. (Agudo, 2015, p.5)

Los motores a diésel emiten pequeñas partículas de carbonilla las cuales tienen un núcleo carbonoso entre 50% y 75%, este porcentaje depende mucho

de lo particular del motor, de su combustible y de la forma de conducción. (Agudo, 2014, p.8)

Los núcleos carbonosos que se forma la carbonilla se caracterizan por sus componentes nocivos de tipo orgánico soluble, combustible no quemado y el aceite que lubrica el motor de combustión. (Guillén, 2013, p.9)

Etapas de formación del proceso de la carbonilla. En la ignición del motor de combustión a diésel el combustible inyectado en la cámara es incompleto, este combustible no se ha mezclado completamente con el oxígeno, formando moléculas de pirólisis. (Agudo, 2015, p.12)

Los hidrocarburos insaturados como el etino C_2H_2 forma compuestos aromáticos de mayor peso molecular, éstas además son estructuras cíclicas de los hidrocarburos saturados, además se suscita la creación de estructuras primarias de carbono. (Guillé, 2013, p.4)

Este proceso y componentes dan lugar a grupos primarios de carbonilla con estructuras cristalinas de forma turboestrática, su tamaño aumenta notablemente por el método de coagulación.

4.1. El hollín

El hollín es la sustancia crasa y negra que deposita el humo en las paredes del cilindro, que se produce por la quema incompleta del combustible dentro de este componente del vehículo. El hollín está constituido principalmente de carbón, es llamado también Carbonilla son partículas de tamaño muy pequeño, sustancias de carbón impuro de colores oscuros resultado de la combustión incompleta. Su aspecto es similar a la ceniza, pero con un tono más negro. (Peyret & Taylor, 2012, p.12)

Según Molina, (2015) “un 25 % de cada litro de combustible utilizado en el vehículo, es aprovechado para generar el movimiento del motor, el 75 % se desperdicia generando sobretodo calor, residuos sólidos (carbonilla) y residuos gaseosos tipo CO, NO_x , etc.” (p.11), sustancias que son altamente contaminantes.

El hollín en forma rápida se acumulan en el motor así como en las piezas del motor que permiten la combustión y evacuación, creando obstrucciones, fallos difíciles de detectar y resolver y muy a menudo costosas averías. (Molina, 2015, p.12)

La combustión del diésel realizada en el motor del vehículo es la causa principal por la que se forman residuos, especialmente de carbón, estas partículas

de hollín se depositan en el cilindro que cumple la función de cámara de combustión.

Con la finalidad de que la carbonilla no altere la calidad de funcionamiento del motor se utilizan filtros de hollín que permiten la eliminación de partículas sólidas de los gases de los motores a diésel se utilizan diferentes sistemas de filtros por ejemplo filtros de lana de acero, filtros cerámicos de enrollado. (Bosch, 2003, p.232)

La cantidad de hollín que se deposita en el cilindro y depende de la temperatura de la combustión, los depósitos de carbonilla son malos conductores del calor y pueden actuar como punto de ignición, es decir, pueden permanecer al rojo durante la fase de compresión y provocar el encendido irregular de la mezcla, con el inconveniente de la posible rotura del pistón, el hollín es un elemento considerado de alto efecto de contaminación ambiental. (Peyret, 2012, p.12)

El hollín, se caracteriza por ser la parte negra del humo que se forma por las partículas finamente divididas, producidas por la descomposición térmica (pirólisis) o por combustión parcial de hidrocarburos gaseosos o líquidos. La combustión se produce por la reacción química de oxidación y reducción entre el carburante que actúa como elemento oxidante y un elemento reductor, denominado combustible.

Compuestos de carbono tienen una amplia gama de toxicidad. El monóxido de carbono, presente en los gases de escape de motores de combustión, elementos que son extremadamente tóxicos para los mamíferos y, entre ellos, los humanos. Además de ser tóxico y causar cáncer, el hollín provoca graves daños en el motor.

Uno de nuestros clientes tiene motores a diésel, grandes motores industriales de 6 cilindros y 18 litros ($18\ 000\text{cm}^3$), que tenía muchos problemas con el hollín y tuvo que reemplazar las piezas del motor (pistones, etc.) cada año, por culpa del hollín. El mantenimiento de cada uno de estos motores cuesta alrededor de USD 20 000.00 por año. (Bosch, 2003, p.232)

4.2. La mezcla de combustible.

La primera reacción térmica que se produce entre el suministro de energía, de encendido de la chispa y la reacción exotérmica de la mezcla aire con el combustible, en este caso la denominada fase de

inflamación es casi constante con el tiempo y solo depende de la composición de la mezcla esto significa un retraso del encendido que aumenta y varía al aumentar el número de revoluciones del motor y con el movimiento del pistón.

El transcurso de la liberación del calor viene determinado principalmente por la forma de la cámara de combustión y la posición del punto de encendido, la duración de la combustión la determina principalmente la velocidad de propagación de la llama. (García, 2006, p.12)

4.4. Cámara de combustión.

La organización automotriz de Argentina, describe en forma sucinta lo que constituye la Cámara de Combustión en un motor diésel y su clasificación en función del tipo de inyección:

En los motores Diesel juega un papel fundamental en el comportamiento y rendimiento del motor la forma y posición de la cámara de combustión.

En la práctica, las cámaras de combustión pueden separarse en dos grupos, cada una de las cuales puede subdividirse en diferentes tipos:

Cámaras separadas, cámaras divididas o de inyección indirecta:

- Celda de energía
- Precámara

5. Cámara de inyección directa

Inyección directa propiamente

Cámara MAN o cámara M

Veamos las diferencias básicas de los dos grupos principales, esto es, entre las cámaras de inyección directa y las separadas.

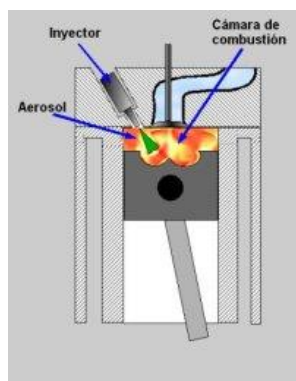


Figura 2.1 Esquema de la inyección directa.

(Automotive, 2017, p.1)

Como se muestra en la Figura 2.1 los motores de encendido por compresión (Diesel), la combustión se produce cuando, el combustible que se inyecta en estado líquido, pasa a estado casi gaseoso, disgregado por medio de los inyectores y mezclándose con el aire para utilizar todo el oxígeno necesario. Tras este fenómeno, la combustión se genera en puntos localizados de la cámara de combustión por autoencendido.

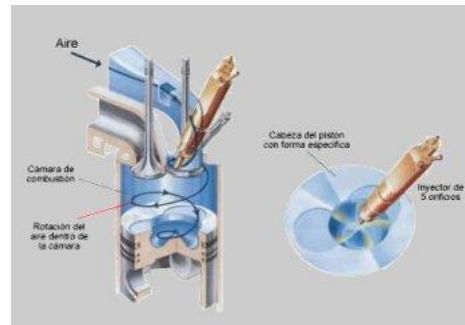


Figura 2.2 Inyección directa clásica.

(Automotive, 2017, p.2)

En la Figura 2.2 se muestra el esquema de un sistema de inyección directa típica. Note la forma de la oquedad practicada en el pistón terminada en una punta en el centro. Esta punta favorece el arranque en frío ya que se calienta notablemente durante la compresión.

Observe también que los conductos de admisión están contruidos para que produzcan un giro el aire de entrada, esto favorece la formación de la mezcla cuando se produce la inyección.

En este tipo de cámara es muy común que el inyector tenga más de un agujero de inyección, en este caso 5, para distribuir bien el combustible en la cámara dentro del pistón.

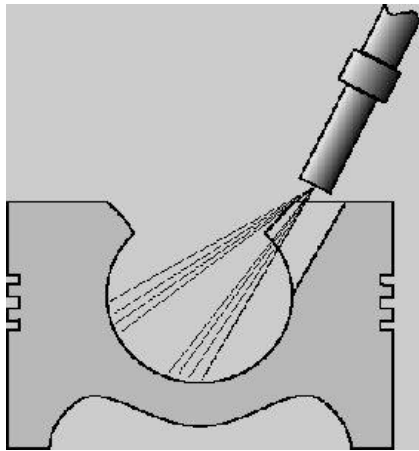


Figura 2.3 Cámara MAN típica.

(Automotive, 2017, p.4)

Como se muestra en la Figura 2.3 la cámara de creación más reciente es del tipo de inyección directa. Igual que en la inyección directa típica hay una oquedad en el pistón, pero en este caso es de forma esférica con una abertura a la cabeza del pistón. El inyector produce dos chorros de combustible, uno muy fino al centro de la cámara y otro más grueso desviado dirigido a la pared de esta. (Automotive, 2017, p. 23)

En esta cámara los conductos de admisión están diseñados para producir un fuerte giro del aire de entrada, este aire giratorio entra en la cámara esférica formando un ciclón que distribuye el chorro desviado como una fina capa de combustible en la pared de la cámara. De esta forma, el chorro central inicia la combustión y la pared caliente de la cámara en el pistón evapora rápida pero gradualmente la fina capa combustible al mismo tiempo que el ciclón de aire arrastra los vapores se mezcla con ellos y se inflama. Estas características bien logradas producen un motor que tiene las ventajas de rendimiento y facilidad de arranque en frío de la inyección directa pero sin la brusquedad de trabajo de la inyección típica, el motor con cámara MAN es flexible, silencioso, eficiente y arranca bien en frío.

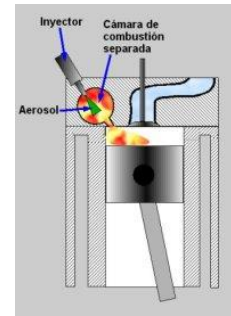


Figura 2.4 Cámara separada.

(Automotive, 2017, p.5)

Como se muestra en la Figura 2.4 la cámara de combustión separada como la que se muestra a la derecha, la oquedad donde se acumula el aire en la carrera de compresión se ha practicado en la masa metálica de la culata, y la comunicación entre el volumen sobre el pistón y esta cámara es un pasaje relativamente estrecho. Este pasaje estrecho hace que el aire en la carrera de compresión, circule a alta velocidad hacia la cámara en un flujo muy turbulento que favorece la formación de la mezcla del aire y el combustible una vez comenzada la inyección. (Agudo, 2014, p. 26) Los gases a elevada presión producto de la combustión también tienen que pasar por este pasaje estrecho, por lo que van a parar a la cabeza del pistón con cierta gradualidad, que hace que las presiones máximas que tiene que soportar el mecanismo pistón-bielamanivela nos sean tal elevadas como en el caso de la inyección directa. Estos motores son en general de un funcionamiento más silencioso y elástico que los de inyección directa, pero el aumento del área de transferencia de calor (debido a la cámara) al agua de enfriamiento produce pérdidas y la eficiencia es menor así como se dificulta el arranque en frío. Este problema del arranque en frío se resuelve con la utilización de unas resistencias eléctricas especiales colocadas dentro de la cámara de combustión separada, conocidas como bujías de precalentamiento. Las fronteras entre los diferentes tipos de cámaras de inyección indirecta no están bien definidos, hay motores donde prácticamente todo el aire termina en la cámara de la culata y la comunicación con la cabeza del pistón es muy estrecha, estos motores son típicamente muy elásticos y suaves en el funcionamiento y se les denomina sin duda motores de precámara. Hay otros, que la cámara de combustión está

parcialmente en la culata y parcialmente en el pistón y el conducto de comunicación es relativamente grande, aunque la inyección se realiza en la cámara de la culata, en este caso se les llama cámaras de celda de energía. Puede asumirse entonces que hay diseños de motores que se acercan más a un tipo que al otro y la denominación es por lo tanto algo ambigua. (Automotrizenvideo, 2013, p.24)

5.1. Preparación del motor limpieza de cámara.

Preparación del motor La limpieza y lubricación adecuada para calibrar en el banco de inyectores como dictamina la tabla de calibración. A la bomba de inyección se le realizó la limpieza y lubricación adecuada para poder montar en el banco de pruebas y realizar las calibraciones que dictamina el fabricante a diferente régimen de rpm. Para la extracción de la carbonilla se la realizó en un lugar adecuado con la ventilación correspondiente y a través de herramientas adecuadas, dando paso al desmontaje del cabezote del motor Isuzu 4JB1 2.8, se procedió a realiza la limpieza de la carbonilla de cada cilindro del motor, tomando las muestras en frascos diferentes para luego realizar el peso adecuado de carbonilla de cada cilindro.

5.2. Calibración del inyector.

En el sistema de inyección de motores a diésel, son muy importantes los inyectores debido a que estos pequeños elementos son necesarios en el sistema de inyección pues se encargan de introducir en el motor la cantidad justa de combustible en el momento indicado.

Al inyector del motor Isuzu 4JB1-TC se le realizaron las siguientes calibraciones, el cual posee una tobera tipo ZEXEL de doble calibración.

Tabla 6 Calibración al inyector

Stamping	Código Zexel	Código Bosch	Marca	Motor	Presión de Apertura (bares)
NP-DLLA153PN238	105017-2380	9432610461	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Fuente: (Bosch, 2003, p.24)

5.3. Procedimiento de calibración.

Para realizar la calibración del inyector Zexel debemos desarmar en su totalidad el inyector para lavarlo adecuadamente y lubricarlo, después de esto

se debe verificar que la tobera del inyector esté en buenas condiciones para su funcionamiento y si no está remplazarlo por una nueva.



Figura 3.5 Calibración de inyector

En la Figura 3.5 luego de la limpieza y lubricación del inyector se debe montar al banco de inyectores con las herramientas adecuadas, luego se debe hacer que el inyector trabaje al régimen de la tabla que dictamina el fabricante.



Figura 3.6 Calibración de la Bomba de inyección

Como se muestra en la Figura 3.6 para realizar la calibración de la bomba de inyección se debe limpiar correctamente la bomba para luego montar al banco de inyección y se debe poner las cañerías y neplós adecuados para ese tipo de bomba de inyección y se debe verificar que trabaje a régimen adecuado de RPM, presión y temperatura adecuada y luego regirnos a la calibración que dictamina la tabla y dejar a punto las entregas de combustible lo que es el encendido, ralentí, carga inicial, plena carga.

5.4. Pruebas biodiésel

Al igual que en pruebas anteriores, la necesidad del cambio de filtro de combustible y la purga total del

sistema es primordial para poder obtener medidas reales.

Se realiza un precalentamiento de 15 min para que el motor se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.

Luego de ello se procede a tomar mediciones con el analizador de gases en 4 etapas de rango de giro del motor, divididas en 5 pruebas de avance progresivo. Una vez completadas las 5 pruebas y habiendo obtenido los índices de gases de escape del motor, se procede a promediar todos los gases conseguidos con biodiésel de algas B10, obteniendo lo siguiente:

Tabla 3.14 Promedio General Biodiésel B10

Promedio General Biodiesel B10				
CO (% Vol.)	CO2 (% Vol.)	HC (ppm Vol.)	O2 (% Vol.)	NOx (ppm Vol.)
0,10365	2,86	14,1	16,765	236,1

5.5 Pruebas biodiésel

Para la realización de las pruebas con mezcla B10 de biodiésel, hay que tener en cuenta de sustituir el filtro de combustible para evitar contaminación con la mezcla anterior; ya que los resultados de medición pueden sufrir alteración.

A su vez es indispensable purgar la alimentación de combustible, para ello debemos desconectar las cañerías de alimentación de los inyectores, mediante el bombín de la bomba de inyección se purga para eliminar todo el excedente de combustible, con la finalidad de mantener el circuito limpio y cargado con la mezcla a ser medida.

Después del proceso de purgado arrancamos el motor y dejándolo en ralentí durante 15 minutos con la finalidad de mantener una temperatura idónea de trabajo del motor que debe sobrepasar los 87 °C.

Las pruebas de igual manera se la completo partiendo del test oficial emitido con el Opa 100 Brain Been, la cual arrojó un resultado que se puede evidenciar en la Tabla 3.17.

Para mayor rango de seguridad se realizaron cinco test posteriores, con la finalidad de tener un margen comparativo mayor con respecto al oficial producto del software.

Las pruebas se iniciaron con el motor a temperatura adecuada de funcionamiento y a un régimen de giro de 720 r.p.m., hasta llegar a 3000 r.p.m. como rango tope para las pruebas. A continuación, se detallan

los valores obtenidos en cada una de las pruebas de opacidad del motor. Así obtuvimos el siguiente promedio:

Tabla 3.16. Promedio General Biodiesel B10

Promedio General B10	
k (m^{-1})	N (%)
0,0783	3,242

5.5 Análisis de consumo de combustible

Para el análisis del consumo de combustible diésel y Biodiésel B10 se realiza considerando el promedio de horas, cantidad de consumo en litros de los dos combustibles y el consumo de galones, datos que identifican el promedio de consumo de combustibles en el vehículo se muestra en la Tabla 4.18.

Tabla 4.17 Diésel vs Biodiésel B10

ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL VS BIODIÉSEL B10					
	Número de horas	Consumo litros	Consumo promedio diésel	Consumo galones	Consumo promedio biodiésel
Diésel	30,05	32,5	1,08	8,59	0,29
Biodiésel	30,05	32,0	1,06	8,45	0,28
Diferencia		-0,500	-0,017	-0,132	-0,004

Fuente: (Tabla 4 a Tabla 14)

El consumo de combustible con la utilización de diésel es de 32.5 lt con un lapso de tiempo de 30:05:00 horas y un promedio de 1.08 lt por hora; mientras que el consumo de biodiésel B10 es de 32.0 lt y un promedio de 1.06 lt, observándose un mayor consumo de combustible con diésel Premium.

Además la tabla representa el tiempo que trabajo el motor en 30:05:00 y se tiene un consumo promedio de 1.08 lt diésel Premium y 1.06 lt biodiésel B10, con una diferencia de 0.017 lt (0,004 gl) de consumo promedio de combustible.

Los resultados demuestran que el consumo de diésel es mayor cuando el motor se mantiene en funcionamiento, a diferencia que se observa cuando el motor trabaja con biodiésel B10 su consumo es menor, permitiendo que el motor sea más eficaz por su consumo con mezcla Biodiésel B10.

5.6 Análisis de la carbonilla

El análisis de la presencia de hollín se presenta con el consumo de diésel y biodiésel B10, para la medición se toma en cuenta el número de horas, peso papel en gramos, peso total y peso de carbonilla en gramos, valores que se presentan en la Tabla 4.19.

Tabla 4.18 Diésel vs Biodiésel B10

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE CARBONILLA DIÉSEL VS BIODIÉSEL B10										
	NÚMERO HORA	DIÉSEL		BIODIÉSEL B10		DIFERENCIA DE CARBONILLA DIÉSEL VS BIODIÉSEL gr.				
		peso papel gr.	peso total gr.	Carbonilla gr.	PROMEDIO CARBONILLA		peso total gr.	Carbonilla gr.	PROMEDIO CARBONILLA	
CILINDRO 1		0,7	1,5	0,8		0,5				
CILINDRO 2		0,7	1,2	0,5		0,5				
CILINDRO 3		0,7	1,3	0,6		0,3				
CILINDRO 4		0,7	1,4	0,7		0,5				
TOTAL	30:05:00	2,8	5,4	2,6	0,09	30:05:00	7,2	4,4	0,15	1,80

Fuente: (Tabla 4 a Tabla 14)

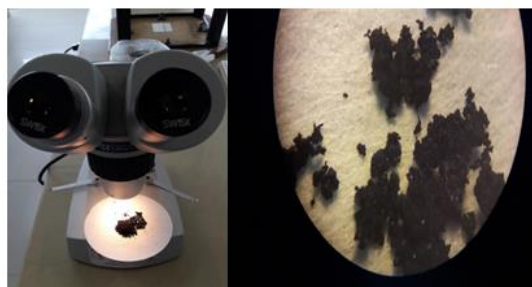


Figura 4.12 Carbonilla vista desde el microscopio

En el análisis comparativo se identifica que el biodiésel B10 produce una cantidad mayor de carbonilla medida en gramos, con una relación de 0,15 gr a 0,09 gr promedio de carbonilla con la utilización de diésel común.

Con un peso igual de papel gramos en cada uno de los cuatro cilindros se obtienen un peso total diferente en cada uno de ellos. Con el diésel convencional la carbonilla en gramos se obtiene entre 0,5 gr a 0,8 gr; en iguales condiciones con la utilización de biodiésel B10 se obtiene un peso promedio de 4,4gr con variaciones de entre 0,9 gr a 1,3 gr. De los resultados se determina que se obtiene un mayor grado de combustión con la utilización de biodiésel B10 beneficiando al ambiente con menor emisión de humo que se produce por los HC no quemados, NO_x , el CO, el dióxido de carbono, CO_x , los aldehídos procedentes del carbón, sustancias que se producen con el diésel convencional.

5.7 Análisis Microscópico

Se pudo observar en el microscopio la carbonilla del motor Isuzu 4JB1 2.8 de cada cilindro que la carbonilla tiene un color negro azulado con un brillo de partículas de diesel no quemado, esto hace que se observe que en cada cilindro no tiene la combustión estequiometrica adecuada y que el peso de carbonilla sea menor. En el microscopio se observó que la carbonilla del biodiésel B10 tiene un color negro con partes cafés esto significa que la combustión del motor Isuzu 4JB1 2.8 es mejor porque no se observó partículas de biodiésel no quemadas y esto hace que la carbonilla tenga mayor peso por partículas quemadas. Carbonilla vista desde el microscopio.

7. Conclusiones.

- La utilización de biodiésel al 10 % (B10) a través de varias etapas se elaboró el combustible a base de higuera; utilizado posteriormente en las pruebas de funcionamiento con un motor a diésel ISUZU 4JB1 2.8, el que se alimentó con diésel común y B10, con lo que se consiguió reducir la opacidad mediante la utilización del biodiésel de 4 905 a 3 243 y en $k (m^{-1})$ de 0, 118 a 0, 0782 porque existe menos presencia de químicos tóxicos para el ambiente y también porque se está utilizando una energía renovable no fósil.
- La utilización de biodiésel B10 en un motor ISUZU 4JB1 2.8, al realizar las pruebas y medición en cuatro cilindros de peso papel de 0,7 gr se obtiene un total de 4,4 gr en la cámara de combustión, con un promedio de 015 gr por cilindro, cantidad de hollín que se produce en un tiempo de 30:05:00 de funcionamiento lo que demuestra la bondad del biodiésel. Los niveles de producción de carbonilla en el motor diésel ISUZU 4JB1 2.8, con el uso de biodiésel B10 presentan una diferencia de 0,02 gr con relación a la

producción de la misma, con la utilización de diésel Premium. Indicadores que demuestran que existe mayor combustión de elementos con Biodiésel, con un menor impacto nocivo al ambiente en referencia a la utilización de diésel convencional.

- En el microscopio la carbonilla del motor Isuzu 4JB1 2.8 de cada cilindro que la carbonilla tiene un color negro azulado con un brillo de partículas de diésel no quemado, esto hace que se observe que en cada cilindro no tiene la combustión estequiométrica adecuada y que el peso de carbonilla sea menor mientras que en el microscopio se observó que la carbonilla del biodiésel B10 tiene un color negro con partes cafés esto significa que la combustión del motor Isuzu 4JB1 2.8 es mejor porque no se observó partículas de biodiésel no quemadas y esto hace que la carbonilla tenga mayor peso por partículas quemadas.
- Implementando biodiésel a base de aceite de higuera en las pruebas de consumo reduce un porcentaje nominal 8.9 % el consumo con relación al diésel Premium.

8. Recomendaciones.

- Es recomendable que se difundan los beneficios de la utilización de biodiésel con la finalidad de crear conciencia ecológica en la ciudadanía sobre los efectos ambientales que se producen con la utilización de diésel

común, acciones que deben estar enfocadas principalmente a los estudiantes de especialidades afines al área automotor, con la finalidad de propiciar iniciativas para la proposición de ideas y soluciones que permitan reducir los efectos de contaminación por la combustión que produce el diésel como combustible de motores de vehículos.

- Se recomienda realizar un análisis minucioso de las bondades de los ayudan los Biocombustibles como elementos que aportan a la reducción de emisiones de gases contaminantes en los motores a diésel.
- Es prioritario la realización de estudios dirigidos a determinar la disminución de carbonilla en motores diésel, utilizando como combustible el biodiésel que por sus elementos que los estructuran se propicia una quema eficiente disminuyendo los efectos contaminantes por una inadecuada quema que produce el diésel común.

9. Referencias Bibliográficas

1. Agudelo, S. J. (2002). Desempeño mecánico y ambiental. BIODIESEL, 8.
2. Agudo, D. (2014). Fiabilidad y mantenimiento de los motores diesel y gasolina. Recuperado el 15 de junio de 2017, de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/1204-fiabilidad-y-mantenimiento-de-los-motores-diesel-y-gasolina-actuales>
3. Agudo, D. (2015). Diferencias en la combustión de motores diésel y gasolina. Recuperado el 16 de mayo de 2017, de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/1070-diferencias-en-la-combustion-de-motores-diesel-y-gasolina>
4. Álvarez, G. (2015). Material particulado. Recuperado el 20 de junio de 2017, de

- <http://www.cma.gva.es/cidam/emedio/atmosfera/js/p/pde.jsp?PDE.CONT=473&titulo=Material%20Particulado&abreviatura=PST&PDE.SOLAPAS.Mostrar=11101>
5. Automotive, B. B. (2017). Brain Bee. Obtenido de <http://www.brainbee.it/> Automotrizenvideo.com. (2013). <http://automotrizenvideo.com>. Obtenido de <http://automotrizenvideo.com/opacimetro-brain-bee-opa-100/>
 7. Benavides, A. (2009). El biodiesel de aceite de higuera como combustible alternativo para motores diesel. Medellín, Colombia: ISSN 0012-7353.
 8. Benjumea, P. (28 de marzo de 2015). El aceite de higuera. (U. d. Medellín, Productor) Recuperado el 21 de mayo de 2017, de <http://www.scribd.com/doc/6454433/aceite-de-higuera>
 9. Bosch, R. (2003). Manual de la técnica del automóvil (cuarta ed.). (J. M. Alonso Pérez, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Reverte S. A.
 10. Cárdenas, E. (17 de agosto de 2011). Plan para mejorar los combustibles en el Ecuador Recuperado el 10 de agosto de 2017, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/informacion-general/1/plan-para-mejorar-los-combustibles-costara-200-millones-anuales>
 11. Carrillo, J. (2012). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos37/gravedad-api-densidad/gravedad-api-densidad.shtml>
 12. Climate data. (2017). Datos climáticos mundiales. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de <https://es.climate-data.org/location/2964/>
 12. De la Vega, J. (noviembre de 08 de 2008). Bio-diésel. Recuperado el 22 de enero de 2017, de www.buscagro.com/biblioteca/JorgeDelaVega/Jatrophapha.pdf
 13. Erazo, G. (2013). Aplicación del biodiésel en motores de combustión interna. Recuperado el 16 de junio de 2017, de <http://es.scribd.com/documents/151810806/Biodiesel-Fin14>. GADM-I, G. A. (2016). Plan de ordenamiento territorial 2016-2020. Recuperado el 05 de noviembre de 2017, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/POR TAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060000260001_PD%20Y%20OT%20IBARRA%20UNIFICADO%20004_13-03-2015_17-34-44.pdf
 15. García G., M. E., & Ramírez S., H. U. (2006). Influencia de los contaminantes SO₂ y NO₂ en la formación de lluvia ácida. Recuperado el 07 de agosto de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000407>
 16. Giga, M. (2014). Motor Giga. Obtenido de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/analizador-de-los-gases-de-escape-definicion-significado/gmx-niv15-con187.htm>
 17. Gonzales, J. (14 de 11 de 2013). Obtenido de <http://www.venelogia.com/archivos/8385>
 18. Greco, S. (2014). Contaminación por automóviles. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamAut.htm>
 19. Guillén H., N. (2013). Eliminación de carbonilla generada por motores diésel mediante combustión catalizada por óxidos mixtos basados en. trabajo de grado, Universidad de Alicante, Alicante, España.
 20. INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). INEN.
 21. Larosa, J. R. (2011). Proceso para la producción de BIODIESEL. Recuperado el 20 de junio de 2017, de cultivopalma.webcindario.com/probiodiesel.htm
 22. Madzura, T. (2006). Biodiesel bus data. América: CNP+L.
 23. Martínez, A. (2011). Estudio de los efectos de la posinyección. Barcelona, España: Reverte S.A.
 24. Meneses, E. (2002). Biodiesel Desempeno Ambiental. Barranquilla, Colombia: Gamesal.
 25. Mexicano, G. (2016). Diario Oficial de la Federación SEGOB. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5440157&fecha=07%2F06%2F2016
 26. Molina, J. M. (2015). El hollín el contaminante más preocupante. Recuperado el 10 de junio de 2017, de <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2011/264401/6/el-hollin-el-contaminante-mas-preocupante.htm>
 27. Normalización, I. E. (2002). Servicio Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/>
 28. Pedraza, J. J. (2015). Destilación de productos de hidrocarburos. Recuperado el 15 de julio de 2017, de <https://www.coursehero.com/file/12156824/Destilacion-2009-1/>
 29. Peyret, R., & Taylor, T. (2012). Métodos computacionales para el flujo de fluidos. (Springer, & Verlag, Trans.) Recuperado el 30 de julio de 2017, de <https://es.scribd.com/document/342129153/Evaluacion-de-La-Disminucion-de-Hidrocarburos-Totales-de-Petroleo-Tph-en-Suelos-Impregnados-Con-Residuos-de-Fluidos-de-Perforacion-Base-Aceite-de-Hi>
 30. Reyes, L. (mayo de 2016). Filtros de partículas. Recuperado el 23 de junio de 2017, de <https://www.autonocion.com/echate-a-temblar-y-prepara-la-carretera-porque-los-filtros-de-particulas-llegan-a-los-motores-gasolina/>

Biografía

Walter Jácome nació el 17 de mayo de 1989 en la ciudad de Quito Pichincha Ecuador, sus estudios

primarios los realizó en la escuela fiscal mixta 9n de Julio de la cantón Cayambe, sus estudios secundarios los realizó en el colegio Lidia Sevilla León de la ciudad de Ibarra.

Sus estudios superiores los realizó en la Universidad Técnica del Norte siguiendo la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz dentro de la cual se siente muy a gusto con esta decisión.