

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DIÉSEL CON B10

Cristian Hugo Gunza

Darwin Bolívar Urresta

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte

Av. 17 de Julio 5-21, Ibarra-Ecuador

chgunzac@utn.edu.ec

dburrestar@utn.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación es de forma teórica y práctica en la utilización del aceite de Higuierilla para la obtención del biocombustible que es una fuente de energía alternativa para la industria automotriz, realizando un estudio experimental en un motor Diésel con bomba rotativa VP44 la cual contribuye un alto rendimiento y una máxima eficiencia al motor ya que posee un controlador electrónico que produce la presión por dos émbolos donde dosifica el combustible a cada uno de los inyectores, utilizando un biocombustible B10 que tiene un porcentaje de 90 % de diésel común y 10 % de biocombustible a base de aceite de Higuierilla, con el propósito de demostrar si en el desarrollo de la combustión y de los parámetros de funcionamiento siendo: torque, potencia y consumo de combustible generando resultados positivos o negativos en el desempeño del vehículo para así evaluar las diferencias que se producen en el rendimiento del motor. Mediante un dinamómetro de rodillos inercial se realizó cinco pruebas con los dos combustibles que son diésel Premium y biocombustible B10. Comparando el trabajo de cada combustible en el vehículo, de tal manera que para las curvas se hizo varios ensayos con diésel Premium y biodiésel B10 donde se obtuvo un promedio de potencia y torque usando

biocombustible B10 que tiene una pérdida de potencia de 5,43 % con relación el diésel, dando resultado similar en el torque siendo un

3,18 % en el rendimiento del automóvil. Para los promedios del consumo en ralentí se demostró que al usar el biodiésel B10 en un lapso de 25 minutos, tiene un consumo menor que al usar el diésel Premium en un régimen de 700 rpm del motor. De igual manera se demostró que a una distancia de 35,7 km con biocombustible obtuvo un rendimiento del combustible en carretera de 5,99 km/litro. Al realizar esta investigación se demuestra que al aplicar el biodiésel B10 es una alternativa en sustitución del diésel ya que se pierde una potencia 5,7 hp y en torque 8,02 Nm, pero en consumo se obtendrá un ahorro considerable en el futuro.

Palabras clave: EX, BX, ppm, Newton metro, caballo de fuerza, metanol, hidróxido de sodio.

ABSTRACT

The present investigation is of theoretical and practical form in the use of the oil of Higuierilla for the obtaining of the biofuel that is an alternative source of energy for the automotive industry, realizing an experimental study in a Diesel engine with rotary pump VP44 which contributes a high performance and maximum efficiency to the engine

since it has an electronic controller that produces the pressure by two pistons where it doses the fuel to each one of the injectors, using a B10 biofuel that has a percentage of 90% of common diesel and 10% of biofuel based on Higuierilla oil, with the purpose of demonstrating whether in the development of the combustion and the operating parameters being: torque, power and fuel consumption generating positive or negative results in the performance of the vehicle in order to evaluate the differences that occur in the performance of the engine. Using an inertial roller dynamometer, five tests were carried out with the two fuels that are Premium diesel and B10 biofuel. Comparing the work of each fuel in the vehicle, so that for the curves several tests were made with Premium diesel and biodiesel B10 where an average power and torque was obtained using B10 biofuel that has a power loss of 5.43% in relation to diesel, giving a similar result in torque being 3.18% in the performance of the car. For the averages of the consumption in idle it was demonstrated that when using the biodiesel B10 in a span of 25 minutes, it has a lower consumption than when using the Premium diesel in a regime of 700 rpm of the engine. Similarly, it was shown that at a distance of 35.7 km with biofuel it obtained a fuel efficiency on the road of 5.99 km / liter. When carrying out this investigation it is demonstrated that when applying the biodiesel B10 it is an alternative in substitution of the diesel since it loses a power 5,7 hp and in torque 8,02 Nm, but in consumption will obtain a substantial saving in the future.

Keyowrds: EX, BX, ppm, Newton metro, horsepower, methanol, sodium hydroxide.

I. INTRODUCCIÓN

Ibarra en la zona norte del Ecuador es la ciudad con menos contaminación ambiental con tan solo 9 microgramos de contaminación por metro cubico de

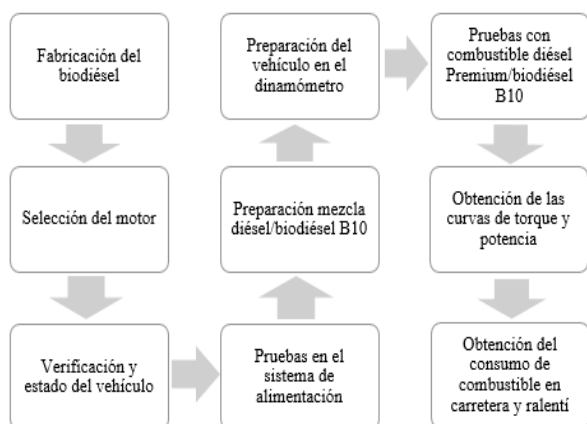
aire, con lo cual el presente proyecto investigativo identifica, evalúa y tabula los parámetros de funcionamiento de un motor diesel obteniendo valores del torque y de la potencia con el diésel Premium y con el biocombustible proponiendo un aumento de estos parámetros. En la presente investigación se aplica como combustible alternativo al biodiésel usado a nivel de Latinoamérica con aceptación en países como: Colombia, Chile, Brasil. Mediante el uso de biodiesel a base de aceite de higuierilla en porcentaje B10 se hace la evaluación de torque potencia y consumo de combustible en el vehículo con mas acogida en la ciudad de Ibarra, identificando como valores una perdida significativa en los parámetros de funcionamiento y un ahorro de combustible en el régimen de ralentí en un 10,1% y de igual forma se tiene una reducción de consumo en carretera de 14,42%.

Finalmente se plantea una propuesta de reducción a corto y mediano plazo del consumo de combustible utilizando biodiésel B10, logrando mitigar en cierta cantidad la emanación de gases contaminantes a la atmósfera cumpliendo así el objetivo 3, que es garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

II. PROPUESTA.

2.1 Fundamentación

El propósito de la investigación es demostrar que el biodiésel a base de aceite de higuierilla sea eficaz en un motor con sistema de bomba rotativa electrónica, sabiendo que la mezcla B10 es el 90 % de diésel fósil y el 10 % de biocombustible, este combustible es alternativo y renovable donde verificará el comportamiento del motor. Mediante un esquema gráfico se entenderán los métodos que muestran las fases de este capítulo.



2.2 Ficha Técnica del Dinamómetro

El dinamómetro de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte posee las siguientes características.

DATOS	
Marca	Italiana Vamag
Potencia Máxima	400 HP
Torque	1 500 Nm
Voltaje de suministro	220 - 400V AC (1-3/N/PE)
Frecuencia	50 - 60 HZ
Corriente nominal	16 Amp.
Masa	1 200 kg
Dimensiones	3 070 x 870 x 310 h mm
Presión del circuito de aire comprimido	6 bar
Diámetro del rodillo	240 mm
Ancho de rodillo	660 mm
Velocidad máxima	180 km/h

2.3 Ficha Técnica del Vehículo

La Chevrolet LUV D-MAX es un vehículo de carga, que permite ser usado en zonas rurales como también en la ciudad, cuenta con una transmisión 4x4, además este transporte fue elegido por tener un sistema de alimentación diésel y por poseer una bomba rotativa electrónica VP44.

Versión	LUV D-MAX TM 3.0
Modelo	2013
Combustible	Diésel CD
Potencia Neta (HP/RPM)	130 / 3 800
Par Neto (Nm/RPM)	279,3 / 2 000
N.º de cilindros	4 en línea
N.º de válvulas	8
Cilindrada	2 999 cc
Alimentación	Diésel “Bomba Rotativa VP44”
Tracción	4x4
Capacidad del depósito	76 litros
Velocidad Máxima	140 km/h
Consumo de combustible	7,4 litros/100km

2.4 Obtención del Biodiésel

Para la elaboración del biodiésel es importante tener la materia prima como: el aceite de Higuierilla, el metanol (CH_3OH) y el hidróxido de sodio (NaOH), los cuáles van a ser sometidos en el reactor, considerando que:

- Por cada 1 000 ml (1 litro) de aceite de ricino (Higuierilla) se utiliza 0,2 litros de metanol (Díaz & Vaca, 2017, pág. 23).

- Por cada 1 000 ml (1 litro) de aceite de ricino (Higuerilla) se utiliza 5 gramos de hidróxido de sodio.

Metanol

Aceite de Higuerilla (l)	Metanol (l)
1	0,2
20	x

$$x = 20 \text{ l} \times 0,2 \text{ l}$$

[2.1]

$$x = 4 \text{ litros de metanol}$$

$$x = 4 \text{ 000 ml}$$

Hidróxido de sodio (NaOH)

Aceite de Higuerilla (l)	Hidróxido de Sodio(g)
1	5
20	x

$$x = \frac{20 \text{ l} \times 5 \text{ g}}{1 \text{ l}}$$

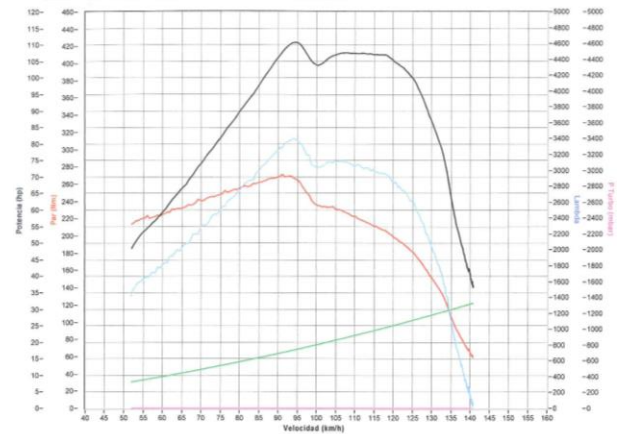
[2.2]

$$x = 100 \text{ g NaOH}$$

Materiales	Cantidad
Aceite de Ricino (Higuerilla)	20 litros
Hidróxido de Sodio	100 gramos
Metanol	4 litros

2.5 Gráficas de torque y potencia con combustible diésel

Se realiza varios ensayos obteniendo las gráficas de torque y potencia con combustible diésel a un determinado número de revoluciones del motor por lo que curva de color negro significa la potencia del motor, la curva de color roja especifica el torque o par motor y la curva de color verde es la potencia disipada de las ruedas motrices del vehículo.



Fecha prueba	06/06/18 - 10:09:29	● Potencia al cigüeñal	● Potencia a la rueda	● Potencia disipada
Modelo vehículo	LUV DMAX 3.0	● Par motor	● Lambda	● Presión turbo
Matrícula	GLINZA			
Cliente	PAUL HERNANDEZ			
Operador	2999			
Cilindrada	2999			
Alimentación	Diesel			
Tipo motor	Sobrealimentado			
Cuentarev	Automático			
Tracción	Posterior			
Temperatura (°C)	21			
Presión (mbar)	883			
Nombre archivo	180606_100929.dat			
Note				

Potencia max motor	110,7	hp
Potencia max a correspondientes a ISO 1585	2960	rpm
correspondientes a	95	km/h
factor de corrección	1,000	
Potencia max a la rueda	81,5	hp
Par máximo	271,0	Nm
Par máximo a correspondientes a	90	km/h
correspondientes a	2833	rpm
Presión turbo max	0	mbar
Presión turbo max a correspondientes a	52	rpm/h
Lambda max	1614	rpm
Lambda max a correspondientes a	52	km/h
Velocidad punta	1614	rpm
Número de RPM máximas	141	km/h
	4410	rpm

2.6 Elaboración y adaptación del depósito de combustible externo

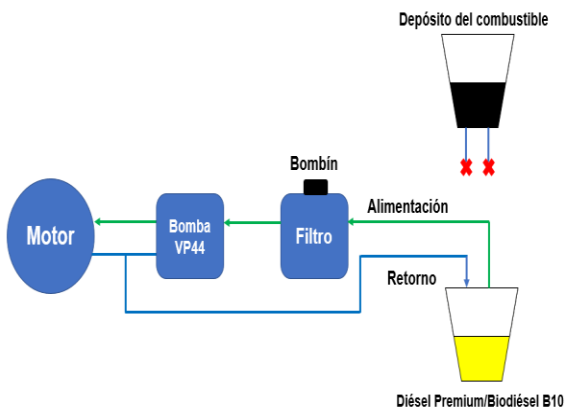
Para comparar el funcionamiento del motor con los dos combustibles se realiza un baipás que es una desviación por medio de un conducto alternativo uniendo dos puntos como una conexión entre ambas partes, donde desarrolla las pruebas con el biocombustible B10, mediante la utilización de mangueras se adapta en la bomba rotativa un baipás externo de alimentación de combustible con lo cual se reemplaza momentáneamente al sistema del propio automóvil.

Para las siguientes pruebas en el vehículo se procede a instalar el baipás y a continuación se detallan los diferentes pasos:

- El vehículo de prueba se lo utiliza diariamente y tiene un cierto recorrido por lo que hay que cambiar el filtro de combustible para obtener resultados más reales ya que si no se cambia el elemento filtrante es seguro que contamine el depósito de prueba. Por lo que se utiliza una herramienta adecuada llamada cadena de filtro

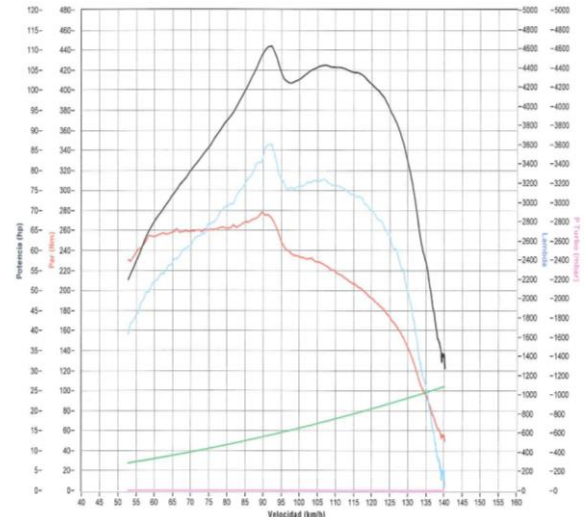
para la sustitución de este componente y posteriormente el ajuste del filtro nuevo se lo hace con la mano y no con la cadena debido que el apriete es excesivo.

- b) Después se obstruye el paso de combustible y se instala el depósito de combustible externo (baipás), se conecta una cañería externa a la entrada de combustible del bombín y otra cañería de menor dimensión donde se acopla al retorno de la bomba rotativa con una previa suspensión del sistema de alimentación original.
- c) Luego de haber suspendido el sistema de alimentación del mismo vehículo y acoplado las mangueras respectivamente con el baipás, hay que purgar el sistema para evitar la presencia de aire que pudiera afectar en la realización y obtención de datos.



2.7 Gráficas de torque y potencia con biodiésel B10

En el dinamómetro vamos a obtener valores repetibles que reflejan con exactitud el rendimiento del motor durante cada prueba, ya que en la gráfica de torque y potencia se define que la curva de color negro significa la potencia del motor con biodiésel B10, la curva de color roja especifica el torque o par motor y la curva de color verde es la potencia disipada de las ruedas motrices del vehículo.



Fecha prueba	06/06/18 - 15:22:02	Potencia al cigüeñal	Potencia a la rueda	Potencia disipada
Modelo vehículo	LUV DMAX 3,0	Par motor	Lambda	Presion turbo
Matricula				
Cliente	GUINZA			
Operador	PAUL HERNANDEZ			
Cilindrada	2999			
Alimentación	Diesel			
Tipo motor	Sobrealimentado			
Cuentarrev	Automático			
Tracción	Posterior			
Temperatura (°C)	24			
Presión (mbar)	883			
Nombre archivo	180606_152202.dat			
Note				

Potencia max motor	111.0	hp
Potencia max a correspondientes a conjejo por factor de corrección	2900	rpm
Potencia max a la rueda	93	km/h
Par máximo	1000	kgm
Par máximo a correspondientes a	96.5	hp
Presión turbo max	278.0	mbar
Presión turbo max a correspondientes a	89	km/h
Lambda max	2783	rpm
Lambda max a correspondientes a	0	mbar
Velocidad punta	52	km/h
Número de RPM máximas	1626	rpm
	52	km/h
	1626	rpm
	140	km/h
	4394	rpm

2.8 Consumo de combustible

Para determinar el consumo de combustible se utilizó el método de velocidad (V) vs tiempo (t), que se basa en precisar el volumen de carburante consumido en un delimitado tiempo; este método trabaja con recipientes graduados con diferente capacidad para proporcionar la lectura de los resultados.

2.9 Consumo de combustible en ralentí diésel y biodiésel B10

Para ejecutar las pruebas de consumo de combustible se desarrolló tres diferentes ensayos, por lo cual se instaló en el vehículo del sistema de alimentación de combustible de externo ya explicado anteriormente, reemplazando el sistema propio de la camioneta con conductos establecidos de alimentación y retorno.

2.10 Consumo de combustible en carretera

La prueba de consumo de combustible en carretera se realizó con un recorrido determinado dentro de la provincia de Imbabura, donde tiene un punto A que es el sector El Olivo que representa el inicio del recorrido y un punto B que está ubicado al final del recorrido en el sector Los Cañaverales vía al Carchi.



La ruta establecida por un punto A al punto B en la calzada de 35,7 km, esta distancia se determinó por medio de una aplicación el celular llamado (GPS Speed). Los ensayos se los llevó a cabo con una velocidad que no supera los 90 km/h. Las pruebas con diésel y biodiésel B10 se efectuaron el mismo día con similares condiciones de temperatura y ambiente para que los ensayos sean homogéneos y que permitan conseguir resultados más precisos y reales.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de las curvas, potencia y torque con diésel Premium

Los datos obtenidos de las cinco pruebas ejecutadas donde se representa la potencia y el torque.

	Potencia	Torque
Prueba 1	110,7 hp	271 Nm
Prueba 2	101,5 hp	247 Nm
Prueba 3	102,1 hp	286 Nm
Prueba 4	108 hp	255 Nm
Prueba 5	109,1 hp	254 Nm

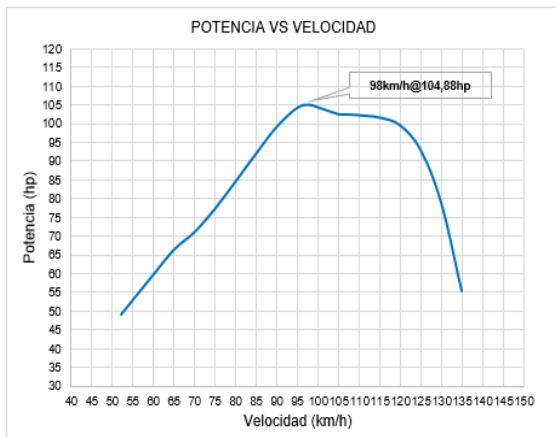
3.2 Análisis de las curvas, potencia y torque con biodiésel B10

Los datos obtenidos de las cinco pruebas ejecutadas donde se representa la potencia y el torque.

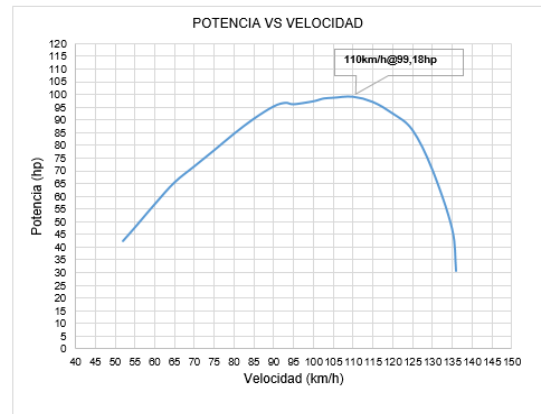
	Potencia	Torque
Prueba 1	89,6 hp	233 Nm
Prueba 2	99,6 hp	247 Nm
Prueba 3	111 hp	278 Nm
Prueba 4	101,1 hp	252 Nm
Prueba 5	106,4 hp	221 Nm

3.3 Curvas promedio de potencia y torque con diésel Premium

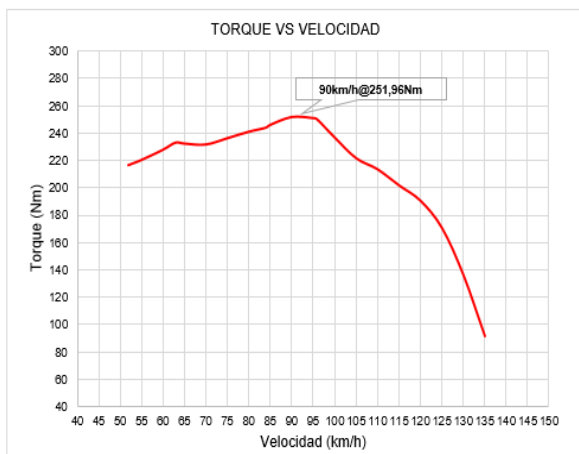
Tomando en cuenta los parámetros del fabricante del vehículo Chevrolet LUV D-MAX se hace un análisis del promedio de las curvas de potencia y torque con el diésel Premium en un rango normal de operación.



Los valores de la potencia expresados en caballos de fuerza (hp) utilizando diésel Premium, donde se consigue apreciar una potencia máxima de 104,88 hp a un régimen de velocidad de 98 km/h.



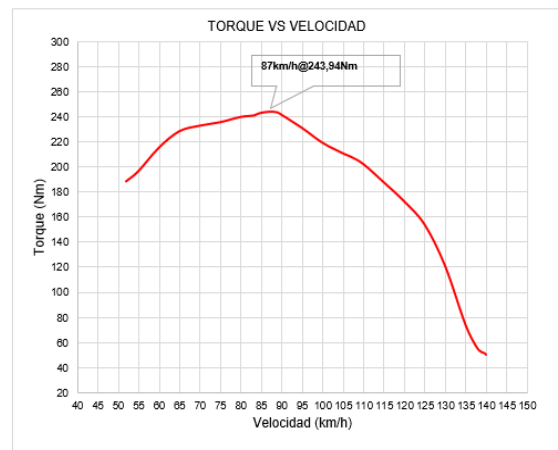
Se muestra una trayectoria que significa la potencia con la mezcla B10, se puede apreciar una curva prominente que llega hasta el pico máximo de potencia de 99,18 hp a un régimen de velocidad de 110 km/h, desde este punto la curva comienza a descender.



El torque máximo que genera el motor a cada régimen de giro, por lo que se origina una curva resultante la cual es calculada en Newton por metro (Nm), demostrando que el esfuerzo de torsión máximo que consigue el motor es de 251,96 Nm, con el uso de diésel Premium.

3.4 Curvas promedio de potencia y torque con biodiésel B10

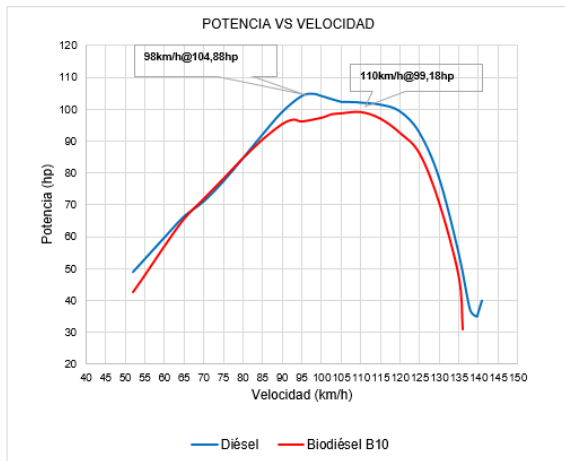
Se analiza los resultados obtenidos de la curva promedio de la potencia con el biodiésel B10.



Muestra la curva de torque promedio utilizando la mezcla biodiésel B10 alcanzando un valor máximo de 243,94 Nm a un régimen de velocidad de 87 km/h.

3.5 Comparación de resultados de las gráficas potencia vs velocidad de los dos combustibles

Con las distintas pruebas ejecutadas tanto con el diésel Premium y el biodiésel B10 a base de aceite de Higuierilla se realizó un análisis comparativo minucioso con lo cual el biocombustible afecta de manera negativa al rendimiento de la potencia obtenida.



Muestra una pérdida de potencia al utilizar biodiésel B10, existiendo una diferencia de 5,7 hp con relación a la potencia desarrollada por el motor utilizando diésel donde el valor máximo alcanzado fue de 104,88 hp de tal forma se tiene una reducción de 5,43 % de potencia en el vehículo.

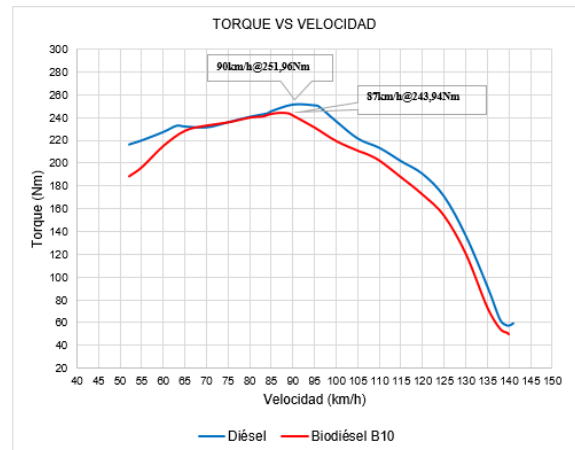
Se representa los valores de potencia con combustible diésel y biodiésel B10.

	Velocidad	Potencia	Delta	% de Pérdida
Diésel Premium	98 km/h	104,88 hp	5,7 hp	5,43 %
Biodiésel B10	110 km/h	99,18 hp		

Para calcular el delta de pérdida de potencia se realiza una resta de la potencia máxima alcanzada con diésel y la potencia máxima con biodiésel B10 dando un delta de pérdida de 5,7 hp, seguidamente para determinar el porcentaje de pérdida de potencia se realiza una regla de tres donde se multiplica el delta por el 100 % y dividiendo este resultado para la potencia máxima del diésel quedando un 5,43 % de pérdida de potencia (Rodríguez X. , 2017, pág. 88).

3.6 Comparación de resultados de las gráficas torque vs velocidad de los dos combustibles

Al realizar un análisis minucioso de las distintas pruebas ejecutadas tanto con el diésel Premium y el biodiésel B10, se determinó que el biocombustible de manera negativa al rendimiento del torque obtenido.



Indica el promedio del torque máximo del motor con diésel Premium que es de 251,96 Nm alcanzando una velocidad de 90 Km/h y con el biodiésel B10 es de 243,94 Nm a una velocidad de 87 km/h, generando curvas específicas que detallan los valores a ciertas velocidades, donde dichos datos van aumentando progresivamente a medida que se desarrolla la velocidad del vehículo por consiguiente alcanzando el valor máximo la curva graficada empieza a descender paulatinamente.

Se representa los promedios del torque con combustible diésel y biodiésel B10.

	Velocidad	Torque	Delta	% de Pérdida
Diésel Premium	90 km/h	251,96 Nm	8,02 Nm	3,18 %
Biodiésel B10	87 km/h	243,94 Nm		

Para calcular el delta de pérdida de torque se realiza una resta del torque máximo alcanzado con diésel Premium y el torque máximo con biodiésel B10 dando un delta de pérdida de 8,02 Nm. Seguidamente para deducir el porcentaje de pérdida del torque se realiza una regla de tres donde se multiplica el delta por el 100 % y dividiendo este resultado para el torque máximo del diésel Premium quedando una pérdida de 3,18 % de par motor.

3.7 Análisis de consumo de combustible en ralentí

Se va a analizar los siguientes datos obtenidos de las diferentes pruebas en ralentí ejecutadas en la camioneta, estos valores correspondientes de cada prueba obtenida que tiene un valor promedio de los 2 180 ml de consumo a 700 rpm en ralentí.

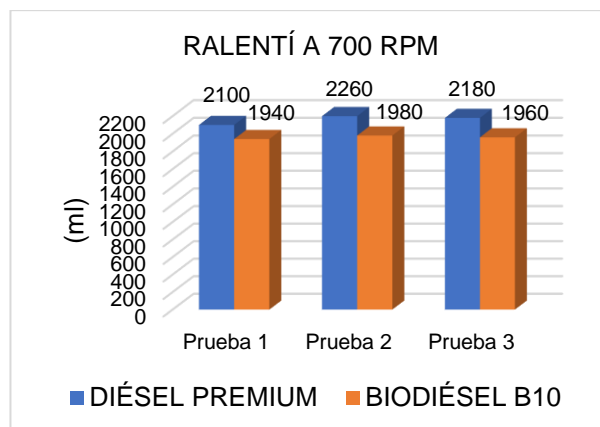
Diésel Premium = Ralentí a 700 rpm			
Pruebas	Tiempo (min)	Volumen Inicial (ml)	Consumo (ml)
1	25	10 000	2 100
2			2 260
3			2 180
Valor Promedio			2 180

Se procede a realizar las pruebas usando biodiésel B10, bajo las mismas condiciones que con el diésel Premium.

Biodiésel B10 = Ralentí a 700 rpm			
Pruebas	Tiempo (min)	Volumen Inicial (ml)	Consumo (ml)
1	25	10 000	1 940
2			1 980
3			1 960
Valor Promedio			1 960

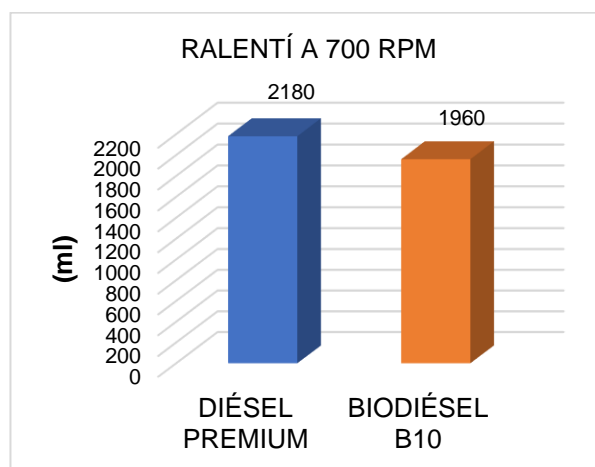
Para determinar el consumo de combustible en ralentí se realizó tres pruebas adaptando el baipás a un régimen de giro del motor de 700 rpm con diésel

Premium y biodiésel B10, en un lapso de 25 minutos respectivamente.



Con los datos obtenidos de los diferentes ensayos se analizó que:

- En la prueba 1 en diésel Premium tuvo un consumo de combustible de 2 100 (ml) y con biodiésel B10 un consumo de 1 940 (ml), teniendo una diferencia de 160 (ml).
- En la prueba 2 en diésel Premium tuvo un consumo de combustible de 2 260 (ml) y con biodiésel B10 un consumo de 1 980 (ml), teniendo una diferencia de 280 (ml).
- En la prueba 3 en diésel Premium tuvo un consumo de combustible de 2 180 (ml) y con biodiésel B10 un consumo de 1 960 (ml), teniendo una diferencia de 220 (ml).



Con los diferentes combustibles teniendo una reducción en el consumo de combustible al usar

Biodiésel B10 a bajas revoluciones con respecto a la línea base del diésel Premium. Donde se consume 2 180 mililitros utilizando diésel en un tiempo establecido de 25 minutos, en comparación de los 1 960 mililitros consumidos por el motor trabajando con la mezcla B10. Para calcular el porcentaje de ahorro de combustible se realiza una regla de tres donde se multiplica el valor promedio de las pruebas en ralentí que es 1 960 mililitros por el 100 % y dividiendo este resultado para el valor promedio del Diésel de 2 180 quedando un 89,90 %, por lo que al 100 % se le resta dicho porcentaje y en sí se conoce como resultado el ahorro en el consumo de combustible utilizando biodiésel B10 es de un 10,1 % (Rodríguez et al., 2017, pág. 76), cabe recalcar que los datos obtenidos de estos ensayos fueron realizados a un régimen de giro del motor a 700 rpm con diésel con una temperatura máxima de 110 °C y de 700 a 710 rpm con biodiésel B10 con una temperatura máxima de 120 °C.

TEMPERATURA DE LOS ENSAYOS				
	Prueba 1		Prueba 2 y 3	
	Diésel	B10	Diésel	B10
°C Inicio	92 °C	91 °C	91 °C	92 °C
°C Fin	108 °C	116 °C	110 °C	120 °C
Tiempo	25 min		25 min	
Rpm	700	700-710	700	700-710

Al momento del primer ensayo el motor tenía una temperatura de inicio de unos 92 °C en el cual se observó que en el tacómetro/medidor de temperatura finalizaba con 108 °C con el combustible diésel Premium aumentando 16 °C en el motor durante un lapso de 25 minutos mientras que con el biodiésel B10 comenzó con 91 °C hasta los 116 °C teniendo un aumento de 25 °C de temperatura, mientras sus rpm variaban entre los 700 y 710 rpm.

En el segundo y tercer ensayo con el combustible diésel Premium aumenta 19 °C en la temperatura del motor mientras que con el biodiésel B10 tiene un aumento de 28 °C de temperatura teniendo el mismo régimen de variación en las pruebas.

3.7 Análisis de consumo de combustible en carretera con diésel y biodiésel B10

Se va a analizar los siguientes datos obtenidos de las diferentes pruebas para determinar el consumo de combustible en carretera por lo que se realizó dos pruebas adaptando el baipás con diésel Premium y biodiésel B10, en una distancia de 35,7 km respectivamente.

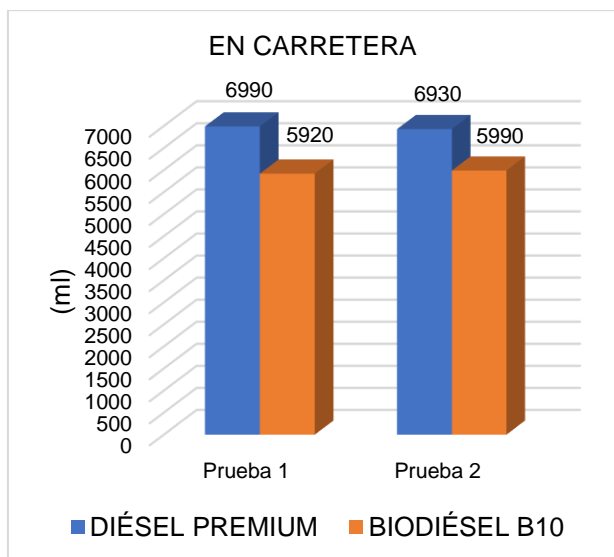
CONSUMO EN CARRETERA A 35,7 km = DIÉSEL PREMIUM			
Pruebas	Volumen Inicial (ml)	Consumo (ml)	Valor Prom.
1	20 000	6 990	6 960 ml
2		6 930	

Muestra el consumo de combustible en carretera utilizado el biodiésel B10.

CONSUMO EN CARRETERA A 35,7 km = BIODIÉSEL B10			
Pruebas	Volumen Inicial (ml)	Consumo (ml)	Valor Promedio
1	20 000	5 920	5 955 ml
2		5 990	

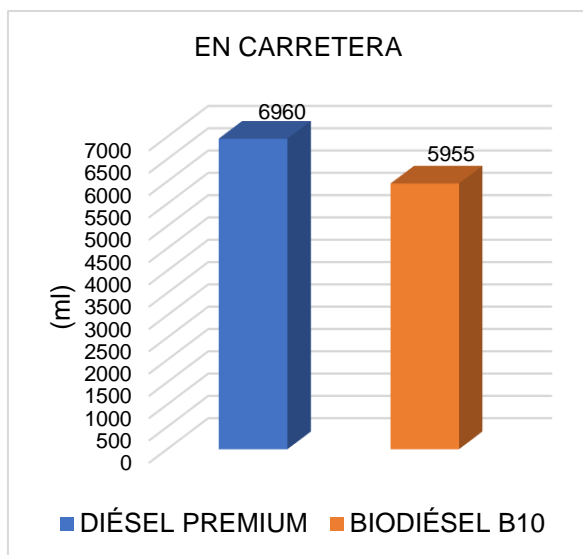
Se evidencia una variación en el consumo de combustible al usar biodiésel B10 con respecto a la línea superior del diésel, durante un tiempo determinado de 49,05 minutos

Se representa los valores de potencia con combustible diésel y biodiésel B10 mediante una gráficas.



Con las dos diferentes pruebas en carretera se obtuvieron datos que:

- En la prueba uno en diésel Premium tuvo un consumo de combustible en carretera de 6 990 (ml) y con biodiésel B10 tuvo un consumo de 5 920 (ml), teniendo una diferencia de 1 070 (ml).
- En la prueba dos en diésel Premium tuvo un consumo de combustible en carretera de 6 930 (ml) y con biodiésel B10 tuvo un consumo de 5 990 (ml), teniendo una diferencia de 940 (ml).



En el promedio del consumo de combustible en carretera de los dos combustibles se analiza una reducción de consumo al momento de utilizar el biodiésel B10 a bajas revoluciones en proporción a la línea base del diésel Premium, por tal motivo se

consume 6 960 mililitros utilizando diésel Premium en una distancia de 35,7 km en un tiempo de 49 minutos y 5 segundos, ya que en comparación con el biodiésel B10 su consumo fue de los 5 955 mililitros teniendo una diferencia de 1 005 mililitros, haciendo el mismo cálculo que en ralentí se generó un porcentaje de 14,42 % de ahorro de combustible en carretera.

3.8 Análisis general

Se expresa los valores recopilados del promedio de los parámetros del funcionamiento utilizando los dos tipos de combustibles en las pruebas.

A continuación, en la Tabla 3.20 que expresa un análisis general comparativo de las pruebas de potencia, torque y el consumo de los combustibles diésel Premium y biodiésel B10.

DIÉSEL PREMIUM				
hp	Velocidad (km/h)	Nm	Velocidad (km/h)	rpm
104,88	98	251,96	90	2 683
BIODIÉSEL B10				
99,18	110	243,94	87	2 472
PÉRDIDA CON EL BIODIÉSEL B10				
	Delta		%	
hp	5,7 hp		5,43	
Nm	8,02 Nm		3,18	
CONSUMO EN RALENTÍ A 700 RPM				
Diésel Premium		2 180 (ml)		
Biodiésel B10		1 960 (ml)		
Ahorro de combustible		10,1 %		
CONSUMO EN CARRETERA				
Diésel Premium		6 960 (ml)	1,84 galones	
Biodiésel B10		5 955 (ml)	1,57 galones	
Ahorro de combustible		14,42 %		
Rendimiento del combustible en carretera		Diésel Premium	5,13 km/litro	
		Biodiésel B10	5,99 km/litro	

Para obtener el dato del consumo en carretera se divide la distancia recorrida por los litros quedando (km/litros), ya que el valor de mililitros se transformó a litros para realizar el cálculo del consumo en la ruta. Por consiguiente, para el rendimiento del combustible en carretera quedó 5,13 km/litro utilizando el diésel Premium y 5,99 km/litro con el biodiésel B10 quedando una diferencia de 0,86 km/litro. Con los resultados conseguidos en las distintas pruebas de ruta se emplea la ecuación 3.1 de acuerdo con (Schulbuchverlog, 1986, pág. 164) se ejecutará el cálculo de consumo de combustible en carretera.

$$Ks = \frac{K*100}{s} \left[\frac{Gal}{100 Km} \right]$$

[3.1]

Donde:

Ks = Consumo de combustible en carretera

K = Volumen en galones

s = Distancia recorrida

Se realiza el cálculo con los datos generados en la prueba de ruta con el vehículo funcionando con el combustible diésel convencional, por lo que, reemplazando los datos en la ecuación, se tiene:

$$Ks = \frac{1,84*100}{35,7} \left[\frac{Gal}{100 Km} \right]$$

$$Ks = 5,15 \frac{Gal}{100 Km}$$

Como resultado, el vehículo consume 5,15 galones de diésel Premium por cada 100 km que recorre con el combustible. Posteriormente se ejecuta el cálculo con los datos obtenidos en la prueba de ruta con el vehículo funcionando con el biocombustible B10.

De igual forma reemplazando los datos en la ecuación, se tiene:

$$Ks = \frac{K*100}{s} \left[\frac{Gal}{100 Km} \right]$$

$$Ks = \frac{1,57*100}{35,7} \left[\frac{Gal}{100 Km} \right]$$

$$Ks = 4,40 \frac{Gal}{100 Km}$$

Por consiguiente, se ve que el vehículo consume 4,40 galones de biodiésel B10 por cada 100 km que recorre. De esta manera, se evidencia que con el biocombustible tiene un ahorro de 0,75 galones de combustible por cada 100 km de recorrido.

3.9 Análisis de rendimiento de los dos combustibles

Con el consumo de combustible en carretera estipulado con anterioridad en la ficha técnica del automóvil en el capítulo 2, indica que cuando ha sido nuevo consumía 7,4 litros diésel en 100 kilómetros de recorrido, este es un dato referencial que ayudara en el análisis comparativo del rendimiento de combustible en carretera en las pruebas con los dos combustibles.

CONSUMO DEL DIÉSEL/BIODIÉSEL B10				
	Prueba con Diésel Premium		Prueba con Biodiésel B10	
	35,7 km	100 km	35,7 km	100 km
Consumo Carretera	6,96 Litros	19,50 Litros	5,96 Litros	16,68 Litros
Galones	1,84	5,15	1,57	4,41

Estimando los 100 km y conociendo el volumen del consumo de combustible en los 35,7 km, los litros se transforman a galones quedando de la siguiente manera:

- Para conocer el dato del consumo para los 100 kilómetros se multiplica esta distancia por 6,96 litros y dividiéndolo para los 35,7 km dándonos un resultado de 19,50 litros.
- Para transformar los litros a galones se divide los datos en litros para 3,78.

En las pruebas realizadas en el vehículo de propiedad de la Universidad Técnica del Norte considerando que ya tiene un cierto kilometraje y un lapso de trabajo de cinco años, se analiza que en la distancia que tuvo desde la estación de servicio Los Olivos hasta los Cañaverales teniendo 35,7 km de ida y vuelta, tuvo un consumo de 6,96 litros que en galones es 1,84 de Diésel Premium. Al analizar recorridos largos sobre los 100 km se va a tener un consumo de 19,50 litros que en galones es 5,15 gl.

En la prueba con el combustible biodiésel B10 en el recorrido de los 35,7 km se consume 5,96 litros por lo que es 1,57 galones, pero si se recorre los 100 km se va a tener un consumo de 16,68 litros que haciendo la conversión sería 4,41 galones.

Indica el consumo de diésel Premium y biodiésel B10 en tres diferentes ciudades con distintas distancias de recorrido establecidas en kilómetros.

Distancias	Combustibles	Litros	Galones
Prueba Realizada a 35,7 km	Diésel Premium	6,96	1,84
	Biodiésel B10	5,96	1,57
Ibarra-Quito 115 km	Diésel Premium	22,42	5,92
	Biodiésel B10	19,18	5,07
Ibarra-Tulcán 127 km	Diésel Premium	24,76	6,54
	Biodiésel B10	21,18	5,60
Ibarra-Manabí 485,5 km	Diésel Premium	94,65	25,01
	Biodiésel B10	80,98	21,40

Para recorrer distintas distancias hemos puesto de ejemplo nuestro recorrido de los 35,7 km desde los Olivos hasta los Cañaverales vía el Carchi, con el diésel Premium se consume 6,96 litros (1,84 galones), mientras que con el biodiésel B10 se consumió 5,96 litros (1,57 galones), en este recorrido se analizó que a esa distancia tuvo una diferencia de ahorro de 1 litro (0,27 galones), se han mencionado posibles distancias de recorridos donde indicará que:

- Un recorrido de 115 km de Ibarra hasta Quito con el diésel Premium se consume 22,42 litros (5,92 galones), pero si utilizamos el combustible biodiésel B10 el consumo a esa misma distancia es de 19,18 litros (5,07 galones), por tal motivo con el biodiésel B10 se tiene un ahorro de 3,24 litros (0,85 galones).
- Una distancia de 127 km de Ibarra hasta Tulcán con el diésel Premium se consume 24,76 litros (6,54 galones), pero utilizando el biodiésel B10 a esa misma distancia su consumo es de 21,18 litros (6,60 galones), por tal motivo se evidencia que con el biodiésel B10 se tiene un ahorro de 3,58 litros (0,94 galones).
- Un recorrido de 485,5 km de Ibarra hasta Manabí con el diésel Premium tiene un consumo de 94,65 litros (25,01 galones), pero utilizando el biodiésel B10 a ese mismo recorrido tendría un consumo de 80,98 litros (21,40 galones), por tal motivo se tiene un ahorro de 13,67 litros (3,61 galones).

Cabe recalcar que en el recorrido de Ibarra a Manabí es una distancia muy larga donde gastaría 94,65 litros por lo que obligatoriamente se tendría que recargar nuevamente el depósito de combustible ya que la capacidad del tanque de la camioneta solo es de 76 litros como se indicaba en la ficha técnica del vehículo en el capítulo 2.

IV. CONCLUSIONES

- Utilizando el biodiésel B10 en la camioneta Chevrolet Luv D-Max 3.0 no se consiguió mejorar el parámetro de la potencia del motor, ya que se tiene una pérdida de 5,7 hp, deduciendo que tiene 5,43 % de pérdida de potencia en comparación con los resultados del diésel Premium.
- Se concluye que el torque tiene un descenso de 8,02 Nm dando un porcentaje de 3,18 % de pérdida utilizando el biodiésel B10 en la camioneta Chevrolet Luv D-Max 3.0, por lo que no se consiguió mejorar los parámetros de rendimiento del motor a diferencia que con el diésel común.
- Mediante la alimentación del biodiésel B10 a base de aceite de higuera en la camioneta Chevrolet Luv D-Max 3.0 se consumió 1 960 ml que en comparación con el diésel Premium que gasta 2 180 ml logrando reducir la cantidad de consumo de combustible en la fase de ralentí (700 rpm), hasta un 10,1%. con respecto al funcionamiento del motor.
- De acuerdo con el objetivo 3.4 del plan nacional “toda una vida” nos dice que hay que promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, incentivando mediante un análisis la utilización de biodiésel B10 donde evidencia un porcentaje mínimo de pérdida en los parámetros de rendimiento del motor, pero si un ahorro significativo de combustible en ralentí y en carretera, logrando mitigar en cierta cantidad la emanación de gases contaminantes a la atmósfera cumpliendo así el objetivo 3, que es garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.
- De acuerdo con los valores obtenidos del ensayo experimental en ralentí, el motor alimentado con biodiésel B10 empezó a una temperatura de 92° C hasta llegar a los 120 °C, proporcionando un aumento de hipertermia significativa en los elementos fijos y móviles del motor.

- Se determinó que el combustible por cada 35,7 km de recorrido con diésel Premium tiene un rendimiento de 5,13 km/litro, mientras que con Biodiésel B10 en el mismo trayecto rinde 5,99 km/litro, lo que proporciona que con el mismo volumen de biocombustible se tiene un mayor distancia de recorrido.

REFERENCIAS

1. Acosta, A. (2012). Biocombustibles. Academia Nacional De La Ingeniería.
2. Alonso Pérez, J. M. (2013). Motores. Madrid: Paraninfo.
3. Araya, J. (2011). Efecto de la utilización del Biodiésel sobre las emisiones de vehículos pesados. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
4. Arciniegas, O. L. (2018). Estimación de emisiones contaminantes de vehículos de transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra mediante modelado computacional. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
5. Basantes, J., & Cifuentes, S. (2013). Elaboración de material didáctico de un motor de combustión interna de cuatro tiempos en corte con cja de cambios. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
6. Calleja, D. G. (2015). Mantenimiento de Sistemas Auxiliares del Motor de Ciclo Diésel. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
7. Calleja, D. G. (2015). Motores Térmicos y sus Sistemas Auxiliares. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

8. Calleja, D. G. (2016). *Mantenimiento Mecánico Preventivo del Vehículo*. Madrid : Ediciones Paraninfo, SA.
9. Calleja, E., & Quezada, V. (2009). *Los Biocombustibles*. El Cotidiano, 78.
10. Casa de los Químicos. (15 de Abril de 2018). *Análisis de metanol*. Quito.
11. Cevallos Tayan , V. A. (2017). *Análisis del Rendimiento del Tren de Potencia para el Servicio de Taxis de la Ciudad de Ibarra*. Ibarra : Universidad Técnica del Norte.
12. Chevrolet. (2013). *Automotores Continental*. Obtenido de Automotores Continental: http://www.coltolima.com.co/wp/dominios/coltolima.pagegear.co/upload/ficha_tecnica/ficha_28.pdf
13. Delgado, R. C. (17 de Septiembre de 2013). *PAMs_Ecuador* . Obtenido de PAMs_Ecuador:https://www.iea.org/media/pams/ecuador/PAMs_Ecuador_blendingmandate2012.pdf
14. Denton, T. (2016). *Diagnóstico Avanzado de Fallas Automotrices* . Tercera Edición Marcombo S.A.
15. Díaz, I. L. (2014). *Evaluación del empleo de Biocombustibles en motores de encendido por compresión*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Córdoba, 5.
16. Echeverría Echeverría, J. C. (2018). *Análisis de las propiedades fisicoquímicas del Biodiésel a base de aceite de higuerilla B10*. Ibarra : Universidad Técnica del Norte .
17. Espinoza , S., & Guayanlema , V. (2017). *Balance y proyecciones de sistema de subsidios energéticos en el Ecuador* . Friedrich Ebert Stiftung, 18.
18. Friedmann, A., & Penner , R. (2011). *Biocombustibles Alternativos de Negocios Verdes*. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), 5-7.
19. Friedrich, J., & Damassa, T. (25 de Noviembre de 2014). *World Resources Institute* . Obtenido de World Resources Institute : <http://www.wri.org/blog/2014/11/6-graphs-explain-world%E2%80%99s-top-10-emitters>

BIOGRAFÍA AUTORES.

Cristian Hugo Gunza Colcha, estudios secundarios Técnico industrial “Miguel de Santiago”, obtuvo el título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte.

Darwin Bolívar Urresta Revelo, estudios secundarios Instituto Tecnológico “17 de Julio”, obtuvo el título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte.