



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**AUTORES: MARIO LLUMITASIG
MAURICIO SOLEDISPA**

**TEMA: “CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIODIESEL
OBTENIDO POR TRANSESTERIFICACIÓN A PARTIR DE
MATERIA ORGÁNICA Y SU INFLUENCIA COMO ADITIVO EN
EL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO
MAZDA BT-50”**

DIRECTOR: ING. LEONIDAS QUIROZ



CONTENIDO

- Antecedentes
- Planteamiento del problema
- Metas
- Objetivos
- Introducción
- Tratamiento de la materia orgánica
- Transesterificación
- Pruebas de caracterización
- Pruebas de rendimiento
- Análisis de resultado
- Conclusiones
- Recomendaciones



ANTECEDENTES

Reducción de yacimientos de crudo.

Impacto ambiental del automotor.

Utilización de materia orgánica biodegradable.

Desarrollo de aditivos orgánicos.

Eficiencia energética en vehículos,
con biocombustibles

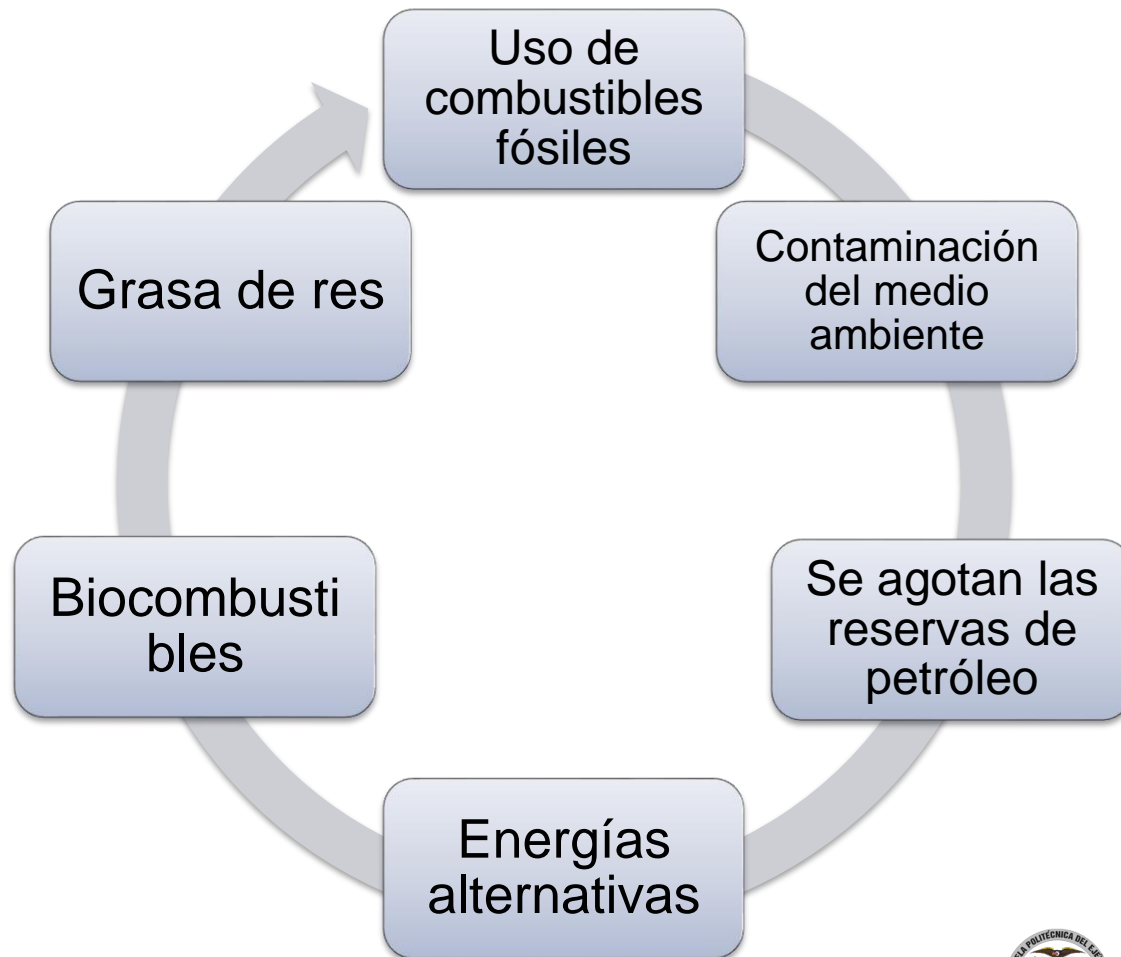


PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Altos niveles de contaminación generado por los vehículos de combustión interna M.E.C.
- Agotamiento de reservas de petróleo, fuente principal de combustibles fósiles.
- Desaprovechamiento de materia orgánica (Grasa de res)



JUSTIFICACIÓN



OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Caracterizar energéticamente el biodiesel obtenido de grasa animal y determinar la influencia como aditivo en el rendimiento mecánico del motor del vehículo MAZDA BT-50



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información que sustente técnica y científicamente el desarrollo de la investigación.
- Producir y caracterizar el biodiesel utilizando como materia orgánica grasa de res como aditivo del diésel en porcentajes del 25%, 40%, 55%, 70% y 85%.
- Realizar pruebas de rendimiento mecánico torque, potencia, consumo de combustible del motor del vehículo MAZDA BT-50 en el Dinamómetro del laboratorio de Motores y Rectificación.



- Realizar pruebas de opacidad en el laboratorio de Mecánica de Patio con el analizador de gases CARTEK en condiciones estáticas y dinámicas
- Tabular datos mediante registros de las variaciones de los parámetros característicos con el uso del biodiesel como aditivo en las proporciones establecidas y con el método descrito en la NTE INEN 1478 y ASTM 6751.
- Analizar el rendimiento energético del biocombustible utilizado como aditivo en diferentes concentraciones, para generar un registro de las variaciones de los parámetros característicos (torque, potencia y consumo específico), y opacidad.



METAS

- Reducir el consumo de combustible y los niveles de opacidad 5 % – 10%.
- Validar el rendimiento de las proporciones 25%, 40%, 55%, 70% y 85% biodiesel y diésel en los motores de combustión interna MEC.

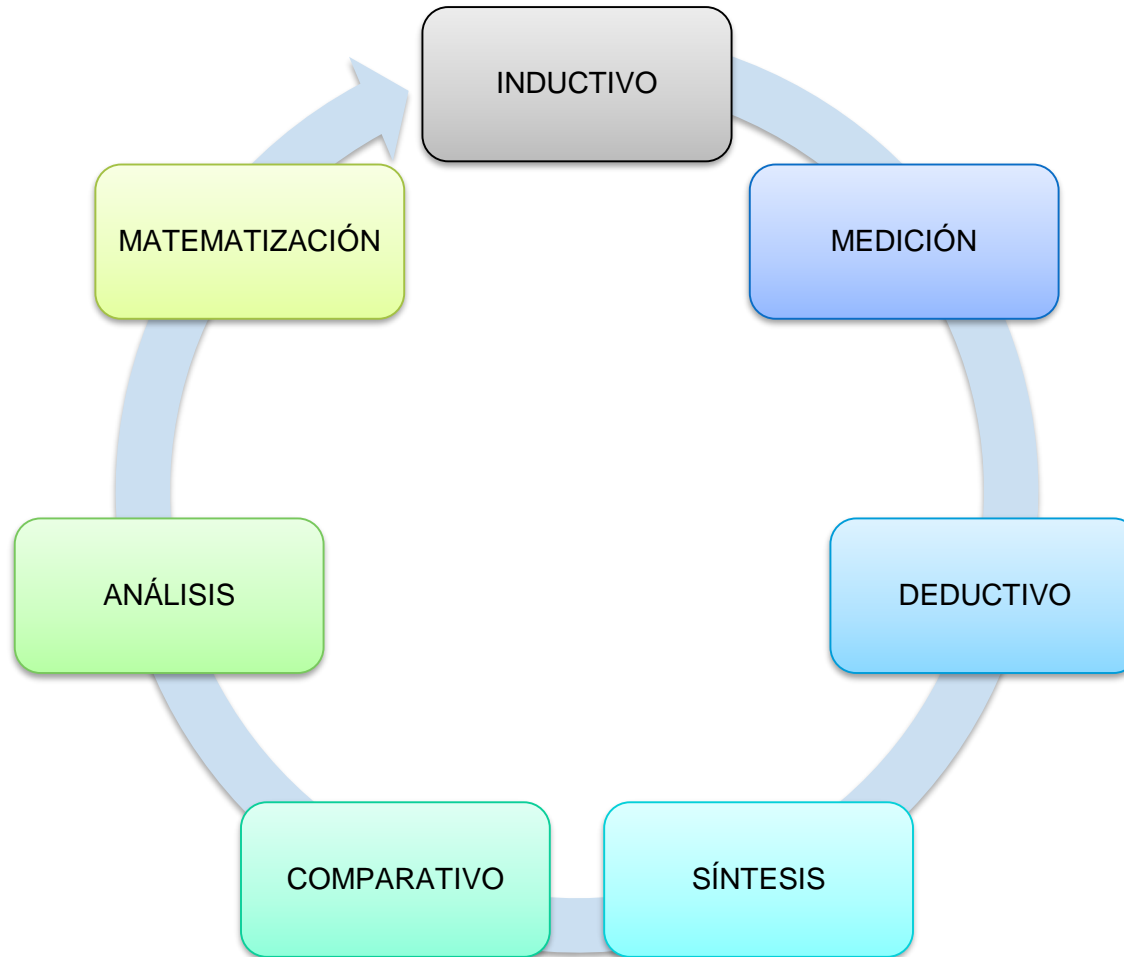


HIPÓTESIS

Las proporciones del 25%, 40%, 55%, 70% y 85% biodiesel y diésel permitirá la reducción del consumo, emisiones y opacidad en motores de combustión interna MEC?



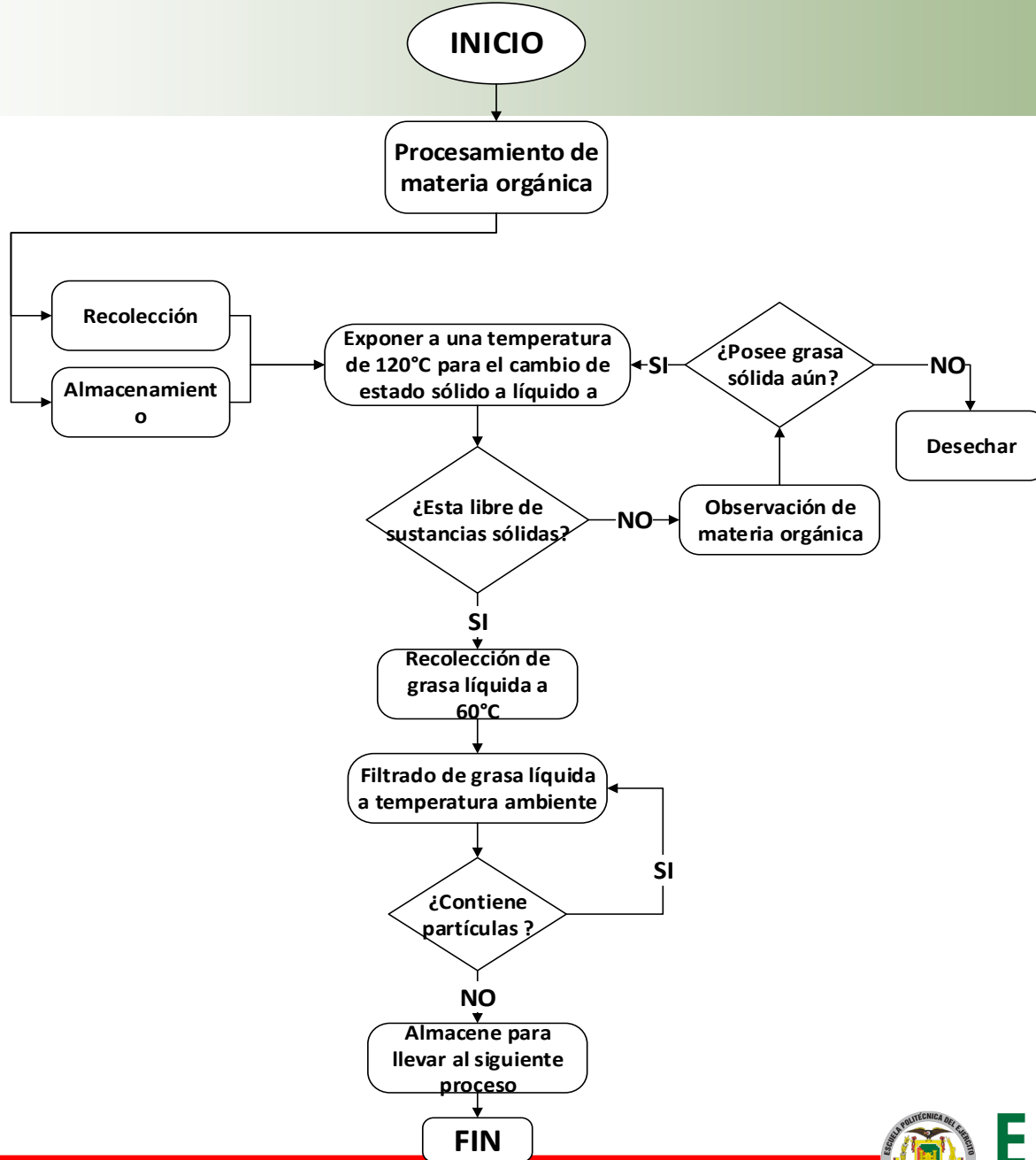
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



PROCEDIMIENTO

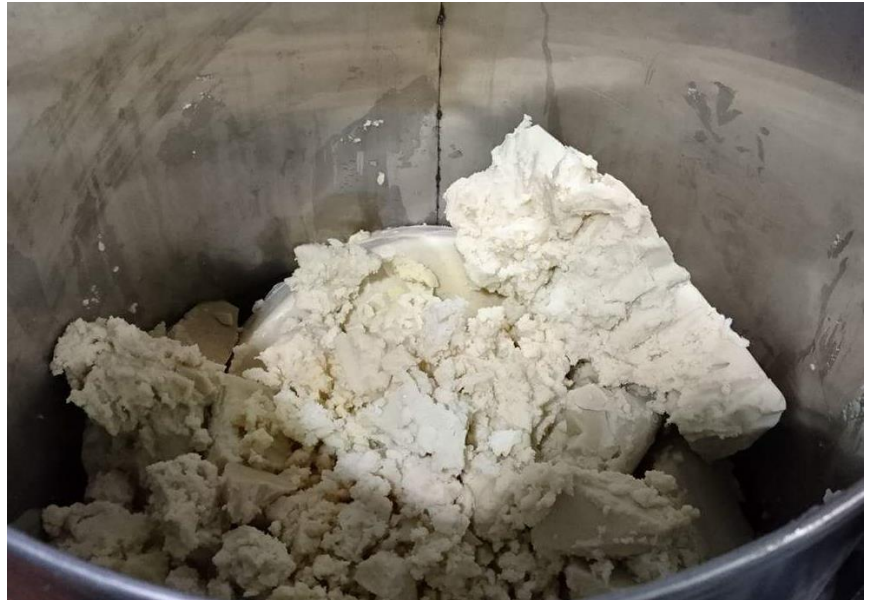
RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA





RESULTADOS

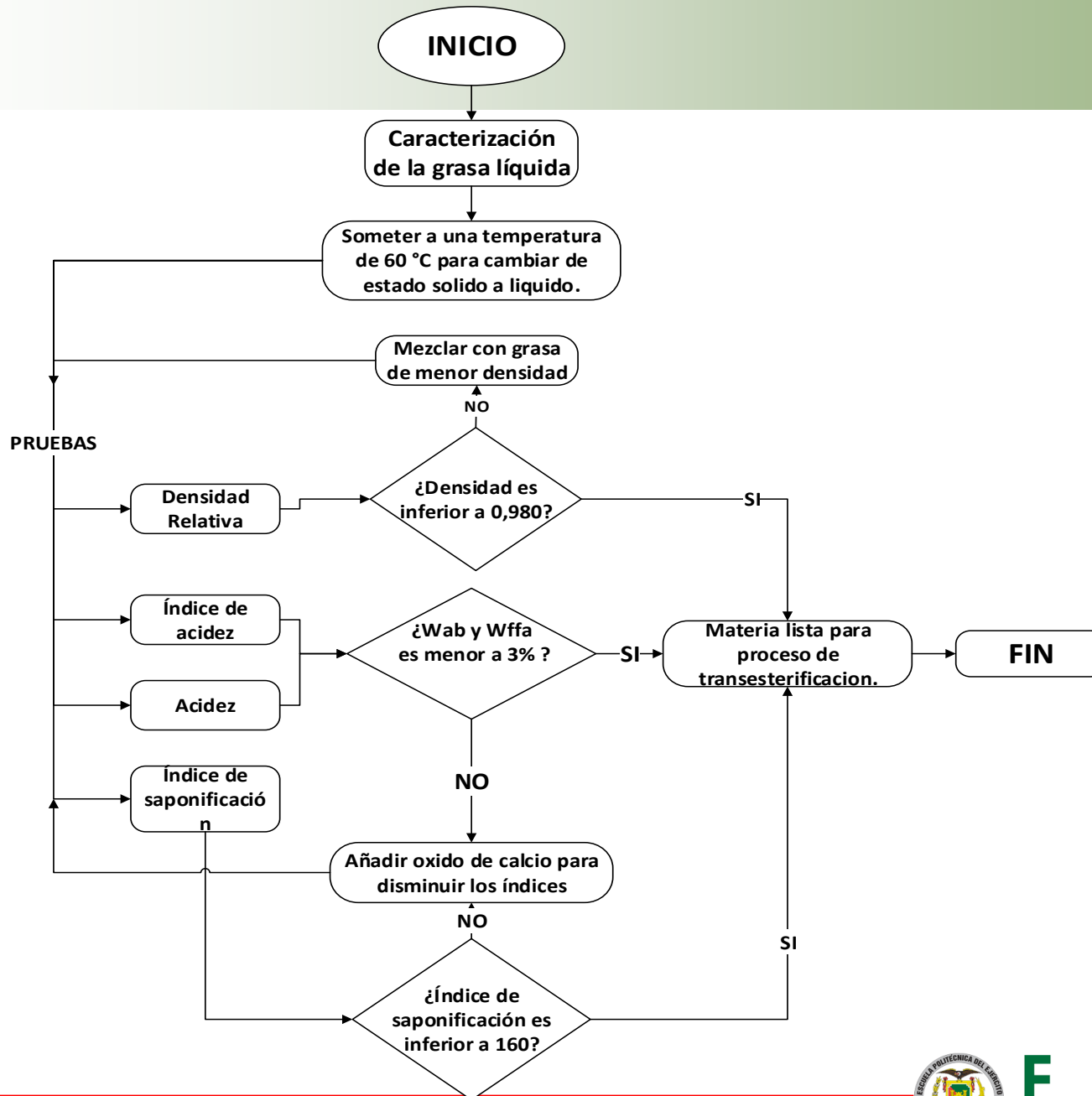
- Grasa líquida y libre de impurezas



CARACTERIZACIÓN DE LA GRASA

- Densidad
- Índice acidez y porcentaje de acidez
- Índice de saponificación





- Resultados físico-químicos de la caracterización de la grasa líquida

Parámetro	Resultado	Valores permitidos	Unidad	Método de análisis
Densidad relativa	0,93	0,980	gr/ml	PA-FQ-74/ NTE-INEN-35-1
Índice de acidez	0,98	3	mgNaOH/gr	MAL 29/NTE INEN ISO 660
Acidez	0,49	3	%	MAL 29/NTE INEN ISO 660
Índice de saponificación	140,46	160	mg/gr	MAL 29/NTE INEN ISO 660



TRANSESTERIFICACIÓN



REACTIVOS

Cálculos para determinar la cantidad de reactivos

Parámetro	Datos	Unidades	Ecuación	Valor	Unidades	
Densidad (ρ)	m_{p1}	15.5617	gr	$\rho = \frac{m_{p2} - m_{p1}}{v}$	0,93	$\frac{\text{gr}}{\text{ml}}$
	m_{p2}	38.7300	gr			
	v	25	ml			
Relación estequiometria (R. E. S.)	3 mol NaOH	168300	mg	$R. E. S. = \frac{3 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol grasa de res}}$	168300	mg/gr
	$1 \text{ mol grasa de res}$	1,000	gr			
Masa de grasa (M_{grasa})	R. E. S.	119991	mg/gr	$M_{grasa} = \frac{R. E. S.}{Is}$	1198,21	$\frac{\text{gr grasa de res}}{\text{mol grasa de res}}$
	Is	140,46	mg/gr			
m_{grasa}	ρ	0,93	$\frac{\text{g}}{\text{ml}}$	$M_{grasa} = \rho \times v$	463,35	gr
	v	500	ml			
Masa de metanol ($m_{metanol}$)	M_{sebo}	463,35	gr	$M_{metanol} = m_{grasa} * MR * \frac{M_{metanol}}{M_{grasa}}$	148,49	gr
	MR	12				
	$M_{metanol}$	32	gr			
	Maceite	854,2717	gr			
Volumen de metanol ($V_{metanol}$)	$m_{metanol}$	206.2782	gr	$V_{metanol} = \frac{m_{metanol}}{\rho_{metanol}}$	187,97	cm^3
	$\rho_{metanol}$	0,79	g/cm^3			
Masa de hidróxido (m_{NaOH})	m_{grsa}	458,9	gr	$m_{NaOH} = m_{grasa} \times \frac{\% \frac{p}{p} NaOH}{100 [\text{gr grasa}]}$	4,63	gr
	$\% \frac{p}{p} NaOH$	1,00	%			
	grasa	100	gr			



CANTIDAD DE REACTIVOS

Los reactivos para realizar el proceso de transesterificación son:

Reactivos	Descripción	Cantidad
Grasa de res	En estado líquido	500 ml
Metanol (Alcohol metílico)	99 % de concentración	187,97 ml
Lejía	Hidróxido de Sodio (NaOH) / 97 % concentración	4,63 gr



CANTIDAD DE REACTIVOS

- Reactivos necesarios para un proceso de transesterificación a nivel industrial

Reactivos	Descripción	Cantidad
Sebo de res	En estado líquido	40000 ml (40 litros)
Metanol (Alcohol metílico)	99 % de concentración	15037,37 ml (15,037 litros)
Lejía	Hidróxido de Sodio (NaOH) / 97 % concentración	370,68 gr



PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO



TRANSESTERIFICACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL



PROCESO



ETAPA DE PREPARACIÓN DEL BIODIESEL



PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS



Mezcla	Volumen (ml)	
	Biodiesel	Diésel
%		
B15	150	850
B40	400	600
B55	550	450
B70	700	300
B85	850	150



PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS

- Densidad
- Poder calorífico
- PH
- Punto de inflamación
- Viscosidad
- Corrosión de lámina de cobre
- Contenido de azufre
- Índice de cetano
- Agua por destilación
- Punto de nube



CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS

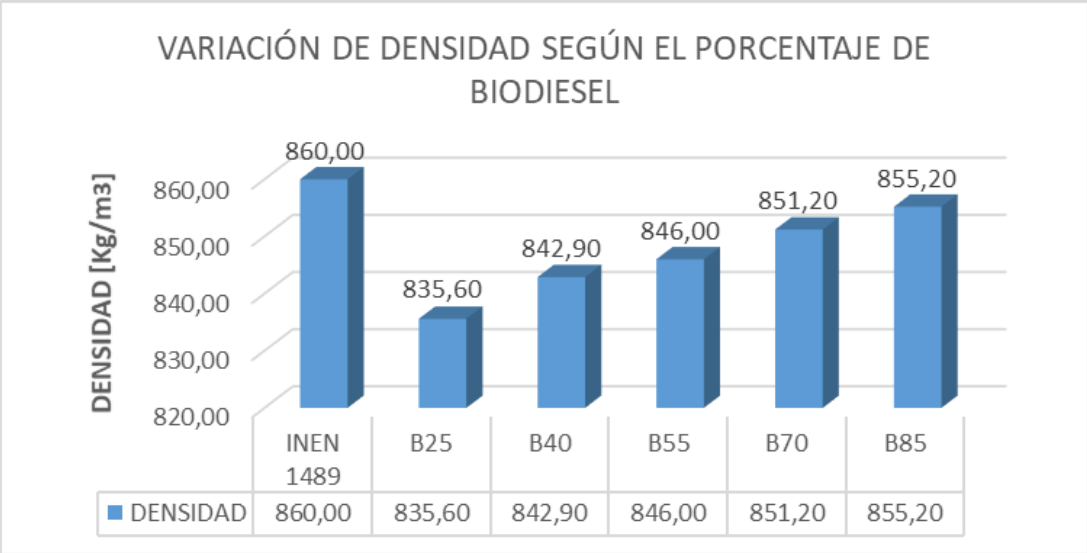
Comparación de parámetros característicos del biodiesel y normas

ENSAYO	UNIDAD	B25	B40	B55	B70	B85	NTE INEN 1489	NORMATIVA ASTM 6751
Densidad 15°C	Kg/m ³	835,60	842,90	846	851,2	855,2	860mi- 900 máx.	860 min – 900 máx.
Contenido de Azufre	%P	0,0068	0,0029	0,0009	0,0002	0,0000	máx. 0,05	0.0015 máx.
Índice de cetanos	--	53	51	51	50	49	51 min.	47 min.
Punto de inflamación	°C	168,90	171,00	185,33	202,83	219,33	min. 51	Mínimo 130
Viscosidad cinemática 15°C	Cst	3,88	3,93	4,09	5,37	5,71	min-máx. 2,0-5,0	1.9 min – 6 máx.
Agua por destilación	%V	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	máx. 0,05	0.05 máx.
Corrosión de Lámina de Cobre	Corrosión	1a	1a	1a	1a	1a	1a	No. 3 máx.
Punto de nube	°C	0	6	8	11	15	--	--
Poder Calorífico	J/gr	67028,70	65688,13	63677,27	60549,26	57421,25	--	--
PH	--	5	5	5	5	5	--	--

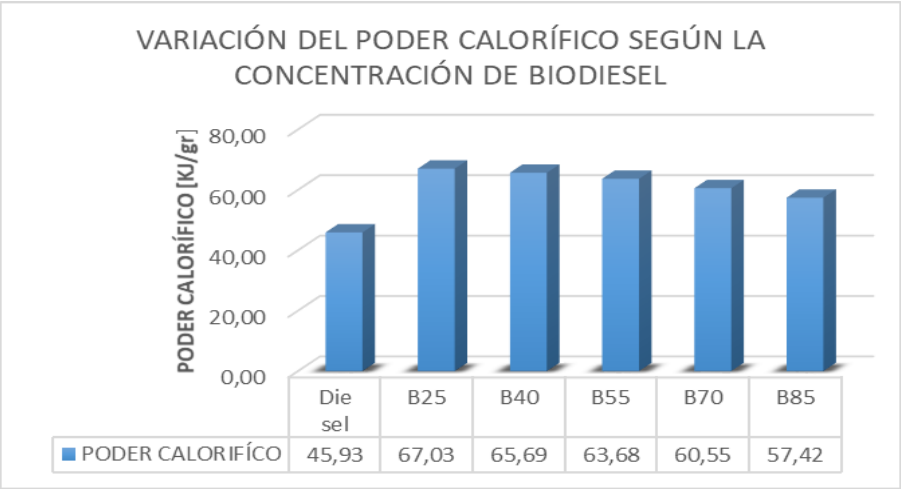
*Densidad diésel premium 826,2 Kg/m³ (BALAREZO, 2013)



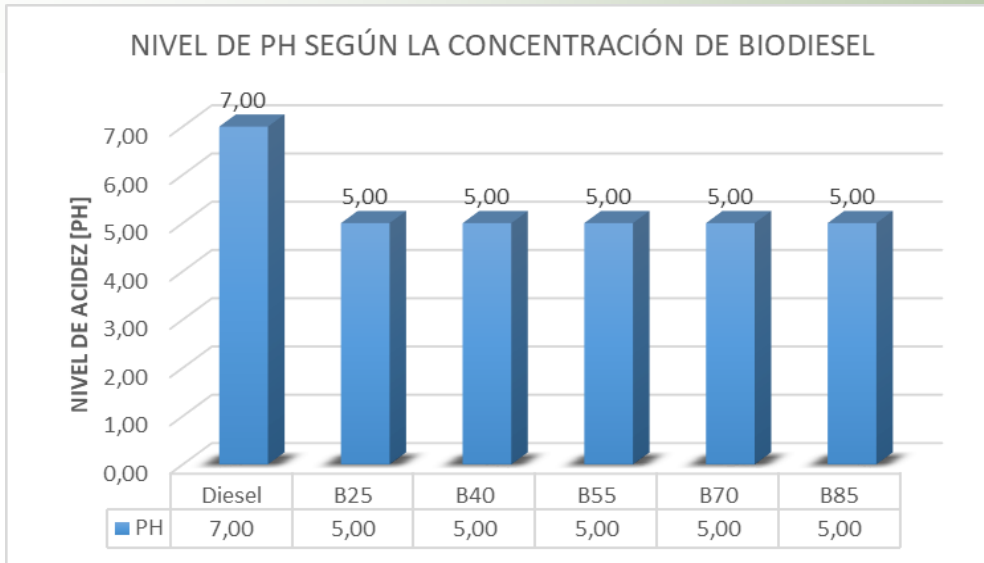
DENSIDAD



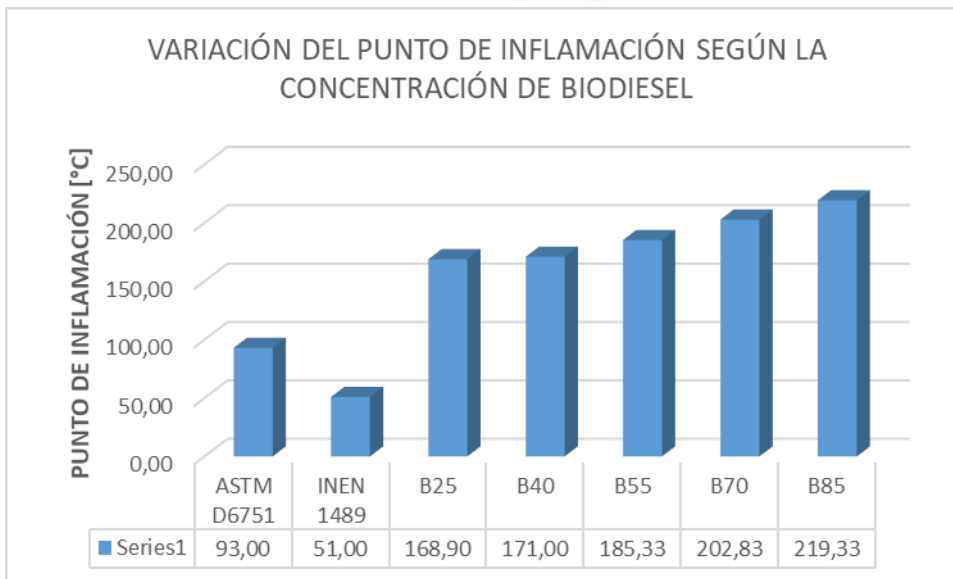
PODER CALORÍFICO



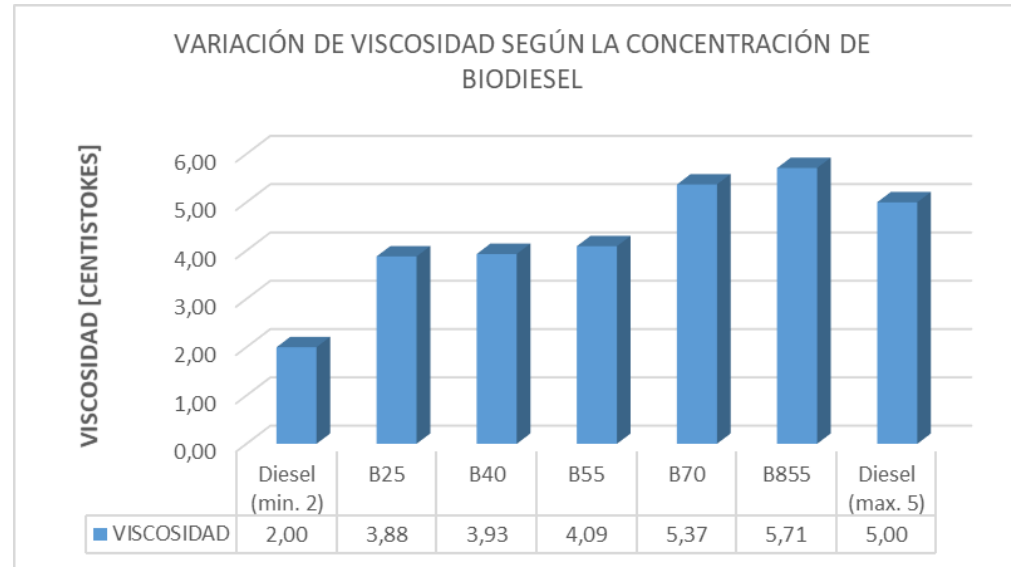
PH



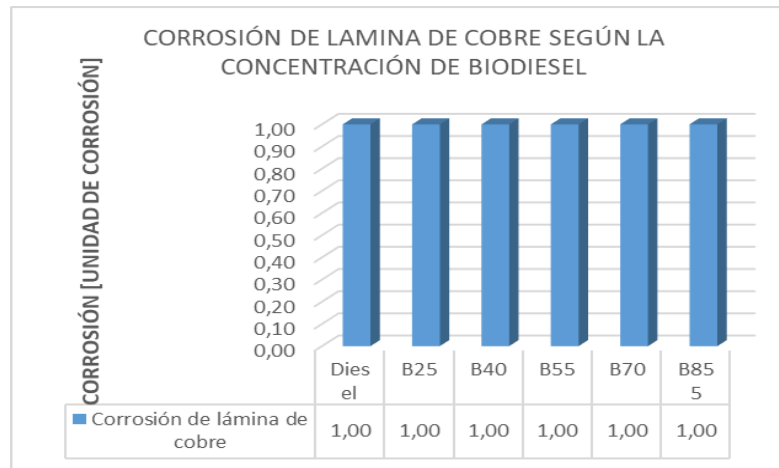
PUNTO DE INFLAMACIÓN



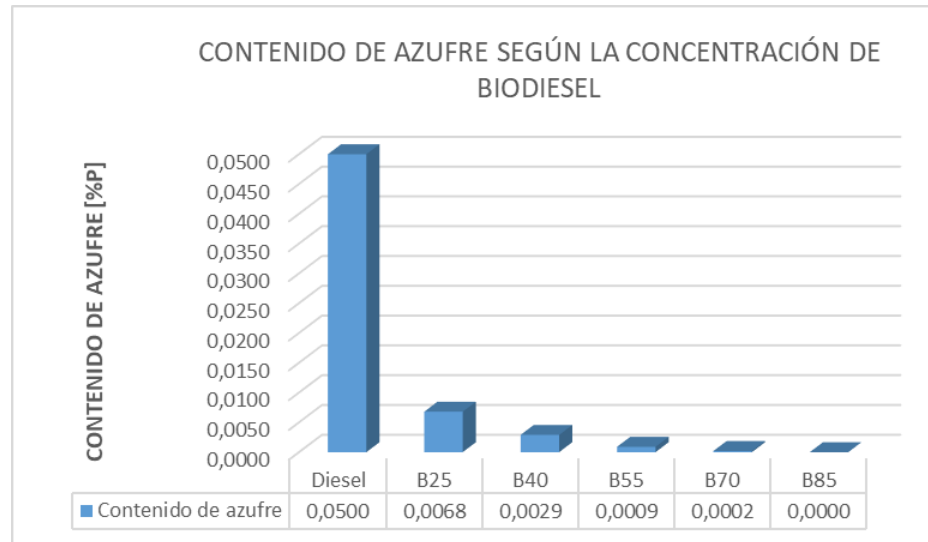
VISCOSIDAD



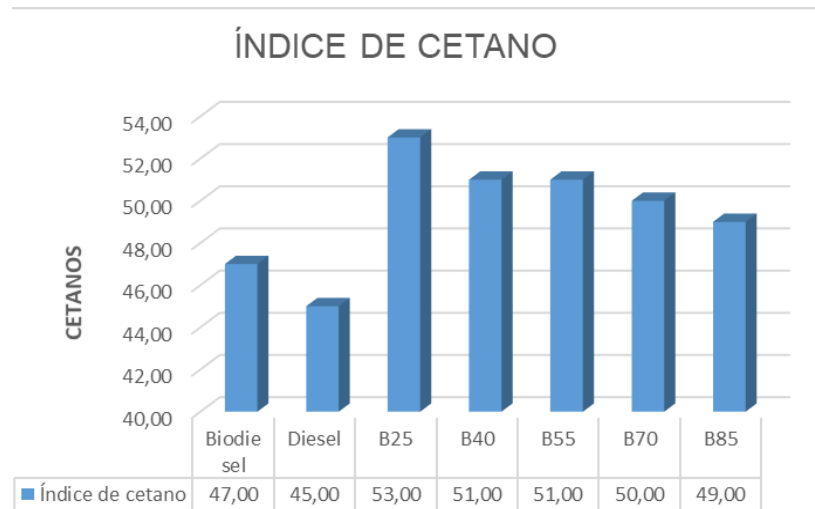
CORROSIÓN DE LÁMINA DE COBRE



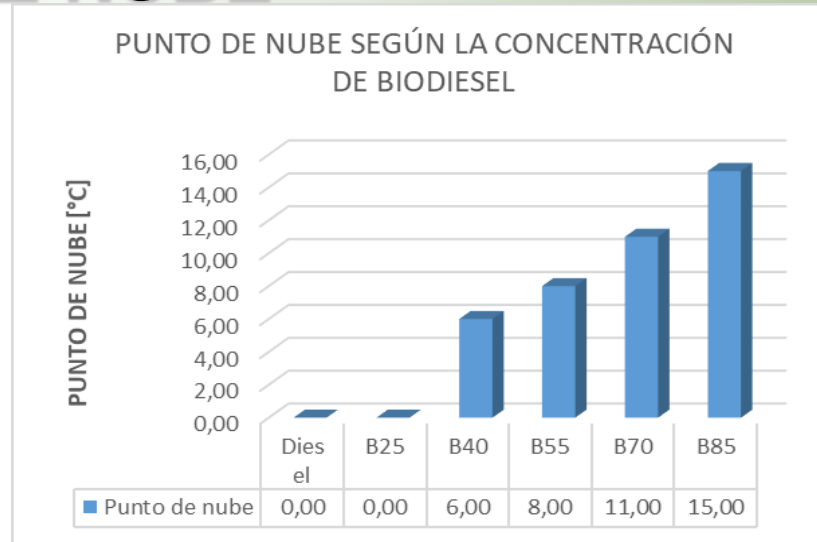
CONTENIDO DE AZUFRE



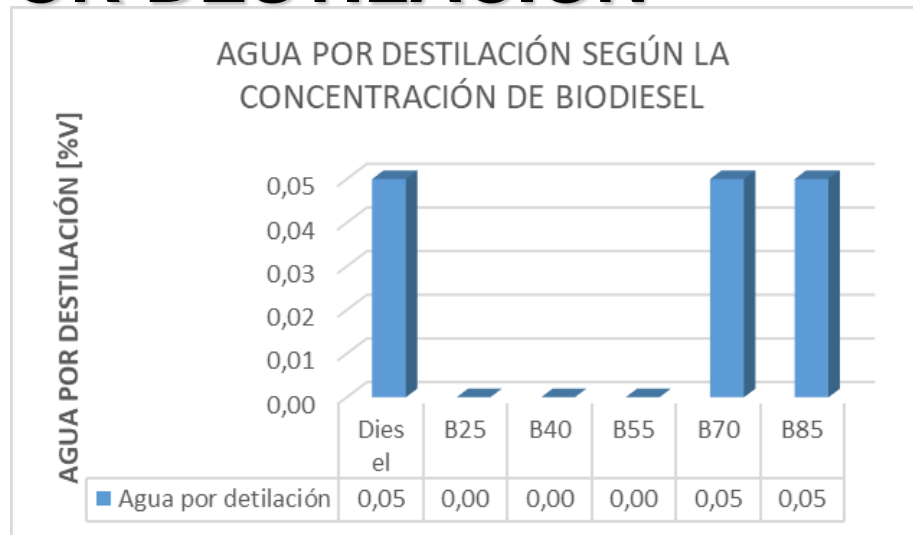
ÍNDICE DE CETANO



PUNTO DE NUBE



AGUA POR DESTILACIÓN



PRUEBA DE TORQUE EN EL DINAMÓMETRO MOTORROLL



Curvas de torque y potencia

Tirada: 10032017_182021.xtir (Potencia máxima medida: 97,0HP)
Cliente: Diesel



05/04/2017

BLANVA
MOTORROLL



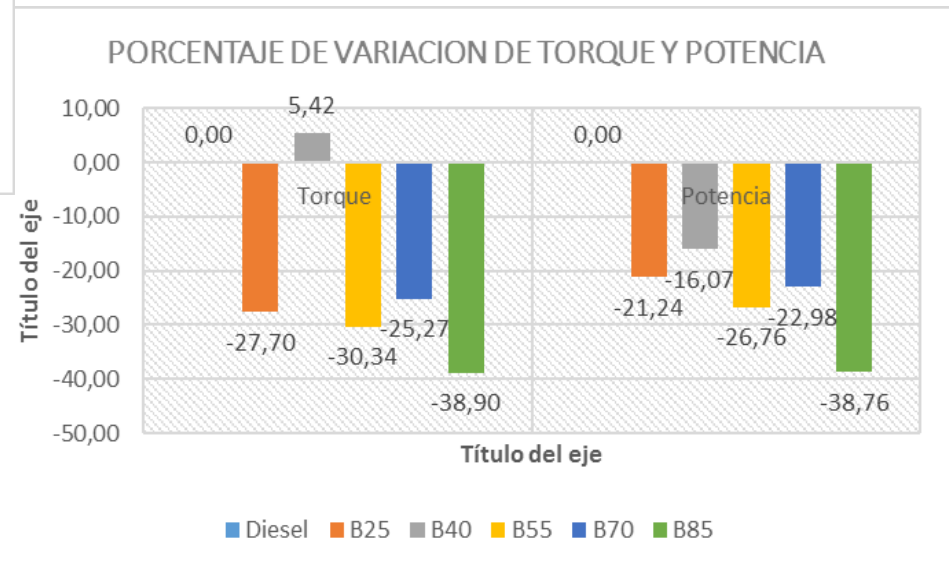
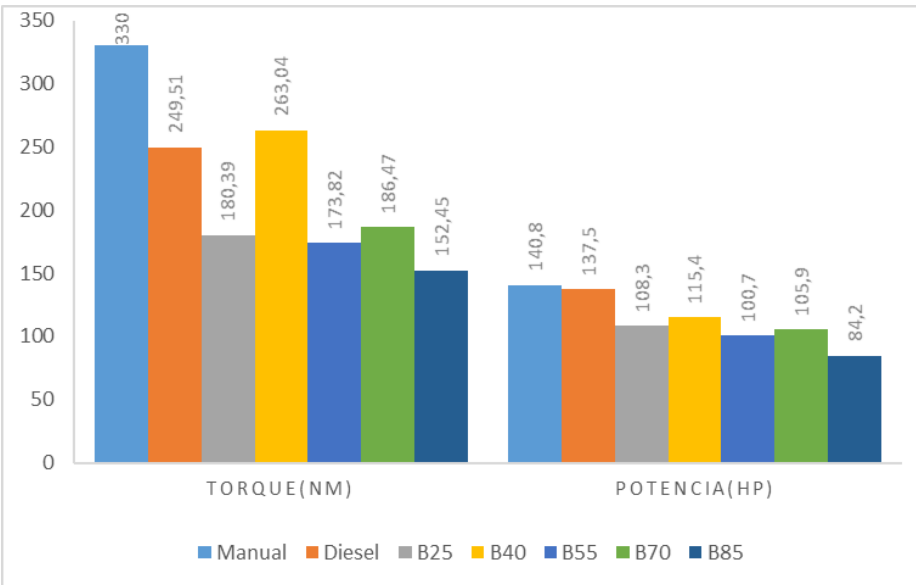
PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Parámetros de funcionamiento del vehículo con las muestras de biocombustible

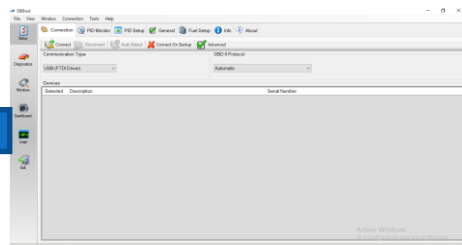
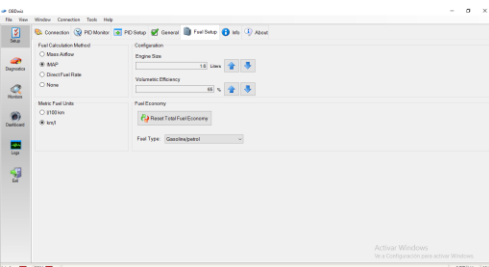
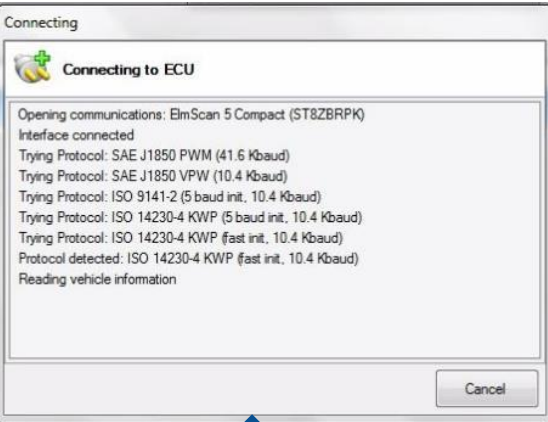
Muestras	Valores de manual		Valores medidos		Consumo de combustible		
	Potencia (Hp)	Torque (Nm)	Potencia (Hp)	Torque (Nm)	Tiempo (gal/h)	Kilometraje (6Km) (galones)	Opacidad
Diésel	140,8	330	137,5	249,51	0,48	0.20	0,95
B25			108,3	180,39	0,62	0.39	0,81
B40			115,4	263,04	0,65	0.32	0,64
B55	--	--	100,7	173,82	1,35	0.33	0,53
B70			105,9	186,47	1,81	0.71	0,40
B85			84,2	152,45	3,50	0.68	0,26



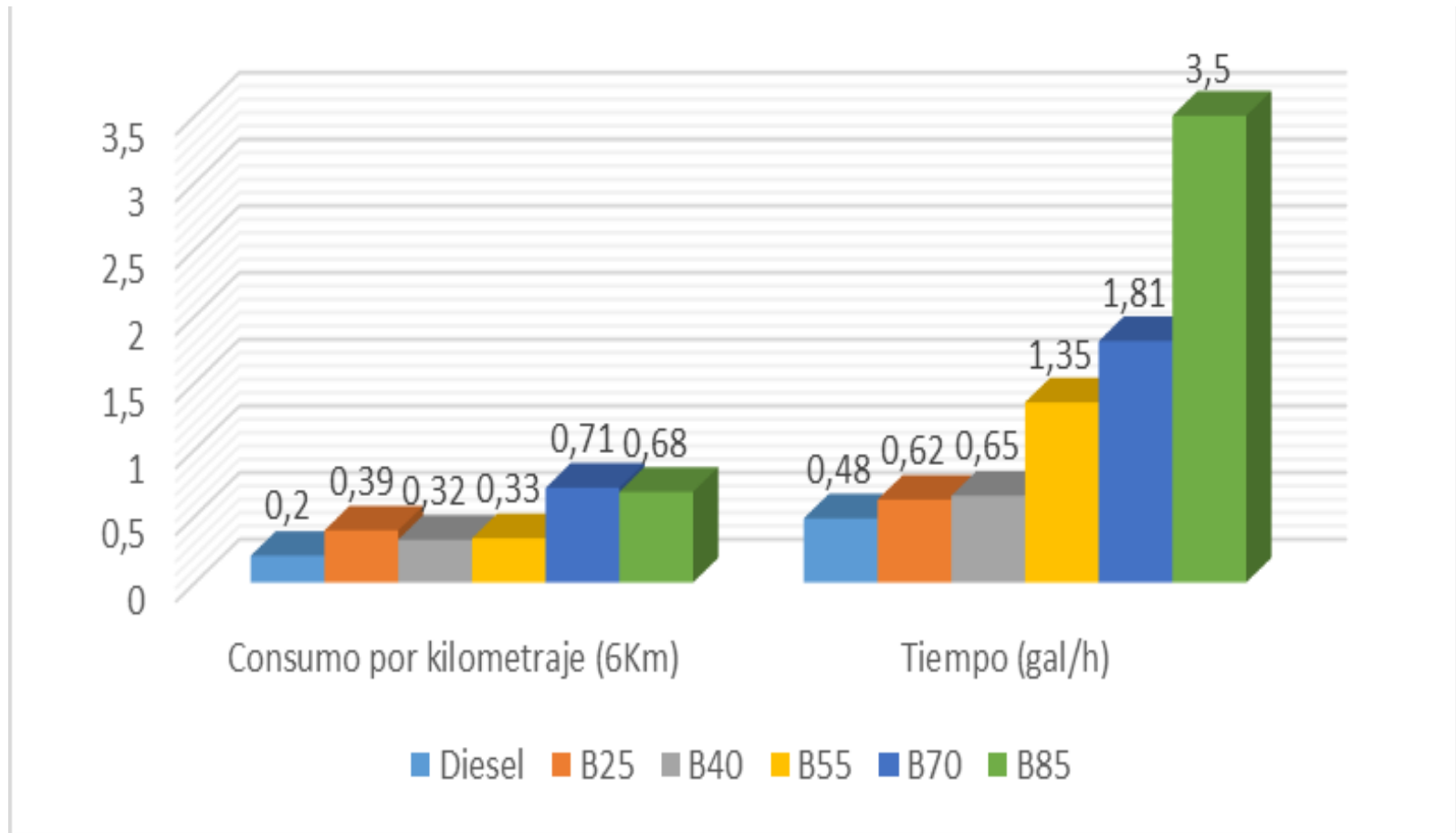
ANÁLISIS DEL TORQUE Y POTENCIA



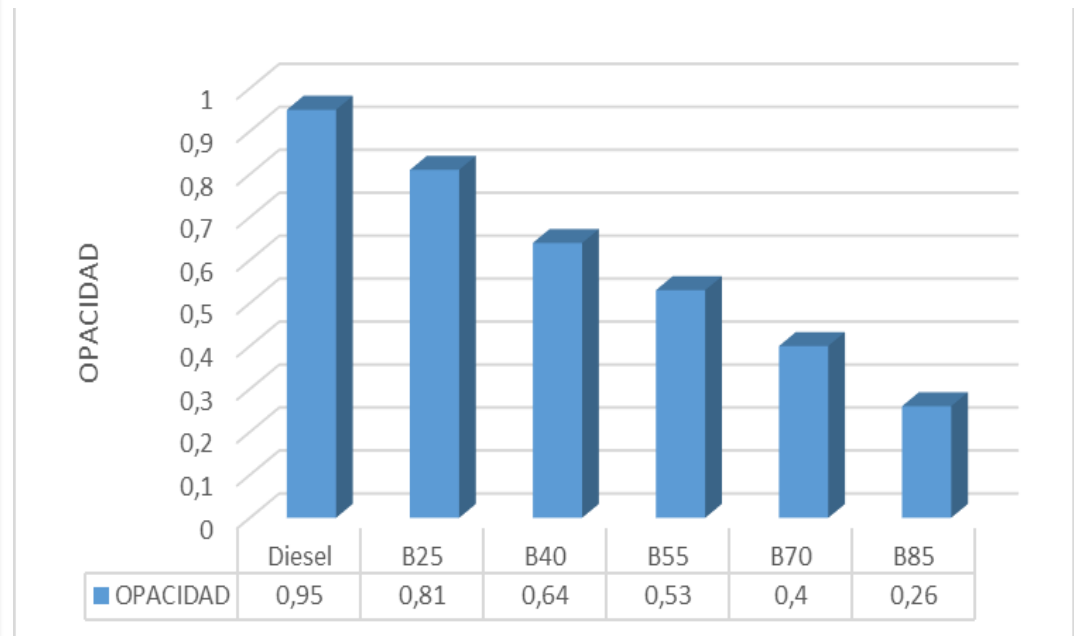
CONSUMO DE COMBUSTIBLE



CONSUMO DE COMBUSTIBLE



PRUEBA DE OPACIDAD MEDIDA CON EL OPACÍMETRO CARTEK



COSTOS DE OBTENCIÓN

COSTO DE OBTENCIÓN DE 40 LITROS DE BIODIESEL				
Orden	Ítem	Cantidad	Costo unitario \$	Valor total \$
1	Metanol	15 litros	10	150
2	Hidróxido de potasio	375g	3	3
3	Grasa de res	200 lb(40litros)	0,25	10
4	Consumo de energía eléctrica	100 KW	0,04	3
5	Consumo GLP	1 tanque	3	3
6	TOTAL			169

*4,25 \$ → litro de biodiesel

*0,37 \$ → litro de diesel



CONCLUSIONES

- Se recopiló información que sustentó técnica y científicamente el desarrollo de la investigación.
- Se produjo y se caracterizó el biodiesel utilizando como materia orgánica sebo de res vacuno, como aditivo del diésel en porcentajes del 25%, 40%, 55%, 70% y 85%.
- Se realizó pruebas de rendimiento mecánico torque y potencia del motor del vehículo MAZDA BT-50 en el Dinamómetro del laboratorio de Motores y Rectificación.
- Se realizó pruebas de opacidad en el laboratorio de Mecánica de Patio con el analizador de gases CARTEK en condiciones estáticas y dinámicas.



- Se tabuló los datos mediante registros de las variaciones de los parámetros característicos con el uso del biodiesel como aditivo en las proporciones establecidas.
- Se valoró el rendimiento mecánico acorde a las curvas de potencia y consumo específico de combustible a potencia máxima, como función de la velocidad del motor.
- Se verificó el cumplimiento de las mezclas 25%, 40%, 55%, 70% y 85% biodiesel y diésel del combustible previniendo riesgos a los usuarios en su uso y utilización para prevenir el medio ambiente desde la base matemática.



- Se comparó desde el punto de vista científico los resultados de forma técnica aprobando y determinando la influencia mecánica y emisiones.
- Todas las muestras presentan un poder calorífico superior al diésel.
- El nivel de PH es una desventaja que presentan todas las muestras siendo 5 el nivel de PH, se consideran acidas.
- Se valoró el rendimiento mecánico acorde a las curvas de potencia y consumo específico de combustible a potencia máxima, como función de la velocidad del motor.



- Se analizó el rendimiento energético del biocombustible utilizado como aditivo en diferentes concentraciones, para generar un registro de las variaciones de los parámetros característicos (torque, potencia y consumo específico) y opacidad.
- La muestra de B40 tiene un mayor desempeño en torque y potencia con relación al resto de muestras, teniendo un incremento de 5,42% en torque.



- Con el uso de biodiesel producido a partir de grasa de res se consigue disminuir hasta un 62% los niveles de opacidad.
- Se realizó pruebas de consumo de combustible donde se puede evidenciar de un incremento de consumo de hasta 0,51 galones con la muestra de B70.



RECOMENDACIONES

- Algo importante es aportar con el medio ambiente, por lo que se recomienda un uso adecuado con los desechos de las grasas animales, estos desechos pueden ser utilizados para obtención de biocombustibles.
- Utilizar equipos de seguridad como gafas, mascarillas, guantes y mandil en el proceso de obtención de biodiesel para evitar accidentes.
- Utilizar otros reactivos para obtener biodiesel que no resulten costosos para la producción de biocombustible como lo es el metanol.



- Incentivar a la población al uso de biocombustibles para la preservación del medio ambiente.
- Antes de realizar cualquier prueba en vehículos asegurarse que el mismo este en óptimo funcionamiento, revisar el nivel de aceite y refrigerante, para así poder obtener resultados confiables.
- Se recomienda el manejo adecuado de los equipos e instrumentos utilizados para evitar daños de los mismos.



El fracaso es la oportunidad de empezar
de nuevo, con mas inteligencia.

HENRY FORD



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

**GRACIAS POR SU AMABLE
ATENCIÓN**



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA