



**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM



**VII CONGRESO NACIONAL DE  
INGENIERÍA TERMODINÁMICA**  
Energía sostenible frente al  
cambio climático

**Bilbao, 15, 16 y 17 de junio de 2011**

# **INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE BIODIESEL EN GASÓLEO EN EL RENDIMIENTO TÉRMICO DE UN MOTOR DIESEL LIGERO ENSAYADO EN TRÁFICO REAL**

Natalia Fonseca, Jesús Casanova

Laboratorio de Motores Térmicos ETSII – UPM

Robinson Betancourt

Lab° Biocombustibles, U. de la Frontera Temuco (Chile)



## Objetivos:

Analizar el comportamiento de mezclas de biodiésel producido en la U. de la Frontera en Temuco (Chile) de Brassica Napus en un motor turbo-diésel de un turismo en tráfico real.

- Mezclas con gasóleo comercial (Repsol) desde 0 a 100 %
- Ensayos con equipos embarcados en la ciudad de Madrid.

## Contenido:

- Introducción
- Metodología de ensayos
- Mezclas de biodiésel
- Resultados
- Conclusiones

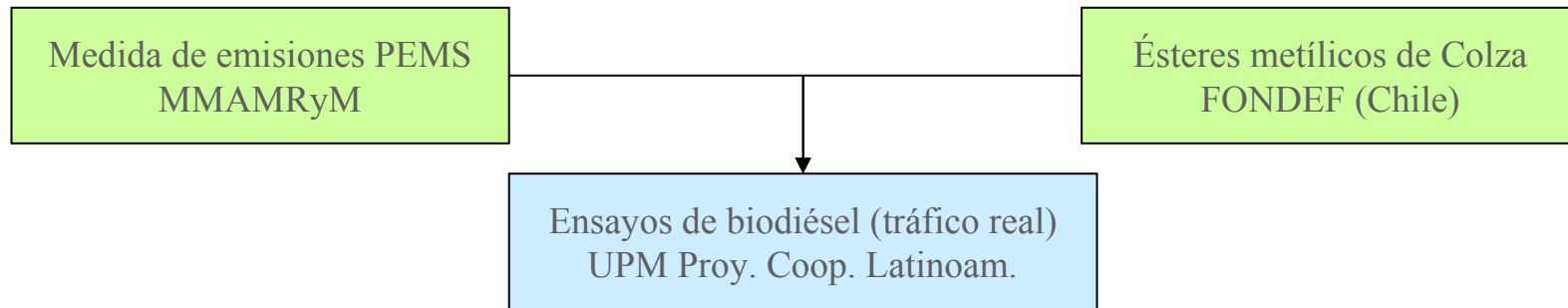
Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



## Ensayos manteniendo constante las prestaciones del motor

- Ensayos biodiésel en banco de motor

- CASANOVA, J. y BARRIOS, C. “Análisis experimental de la influencia del porcentaje de éster metílico de aceite de girasol en mezcla con gasóleo sobre el ciclo termodinámico de un motor diesel” En Actas de las VI Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica (Córdoba, junio 2009). Universidad de Córdoba.
- LAPUERTA, M., ARMAS, O. y RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, J. Effect of biodiesel fuels on diésel engine emissions. Progress in Energy and Combustion Science 2008, vol. 34, número 2, pp.198-223.

- Ensayos en banco de rodillos, vehículos ligeros

- LUJAN, J.M., BERMÚDEZ, V., TORMOS, B. y PLA, B. Comparative analysis of a DI diesel engine fuelled with biodiesel blends during the European MVEG-A cycle. Performance and emissions (II). Biomass and Bioenergy 2009 Vol. 33, pp. 948-956.
- KAWANO, D., ISHII, H. y GOTO, Y. Effect of Biodiésel Blending on Emission Characteristics of Modern Diésel Engine. SAE Technical Paper 2008-01-2384.
- KENNETH, D. R. y otros. Impact of Biodiesel Blends on Fuel Consumption and Emissions in Euro 4 Compliant Vehicles. SAE Technical Paper 2010-01-1484.
- FONTARAS, G. y otros Effects of biodiésel on passenger car fuel consumption, regulated and non-regulated pollutant emissions over legislated and real-world driving cycles”. Fuel 2009, vol 88, número 9, pp.1608-1617.

- Ensayos en tráfico real

- SENDA, J., OKUI, N., TSUKAMOYO, T. y FUJIMOTO, H. On-Board Measurement of Engine Performance and Emissions in Diésel Vehicle Operated with Bio-diésel Fuel SAE Technical Paper 2004-01-0083, 2004.

Qué pasa si se usa biodiésel en un turismo con motor regulado para gasoil en tráfico real urbano???

Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



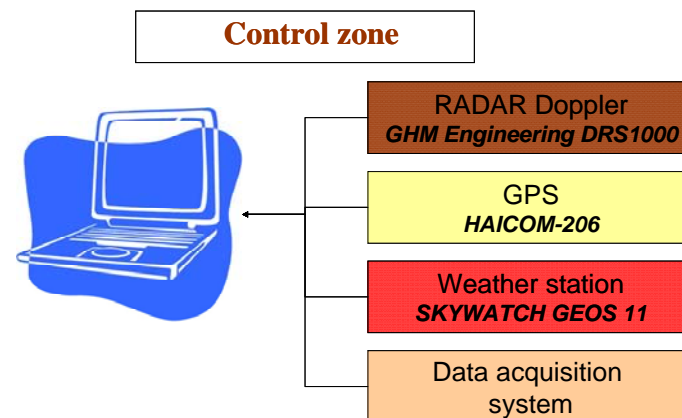
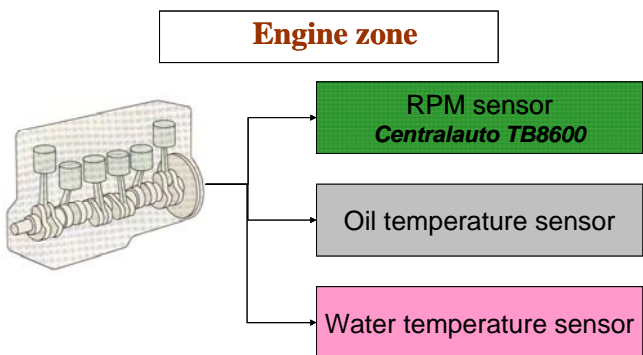
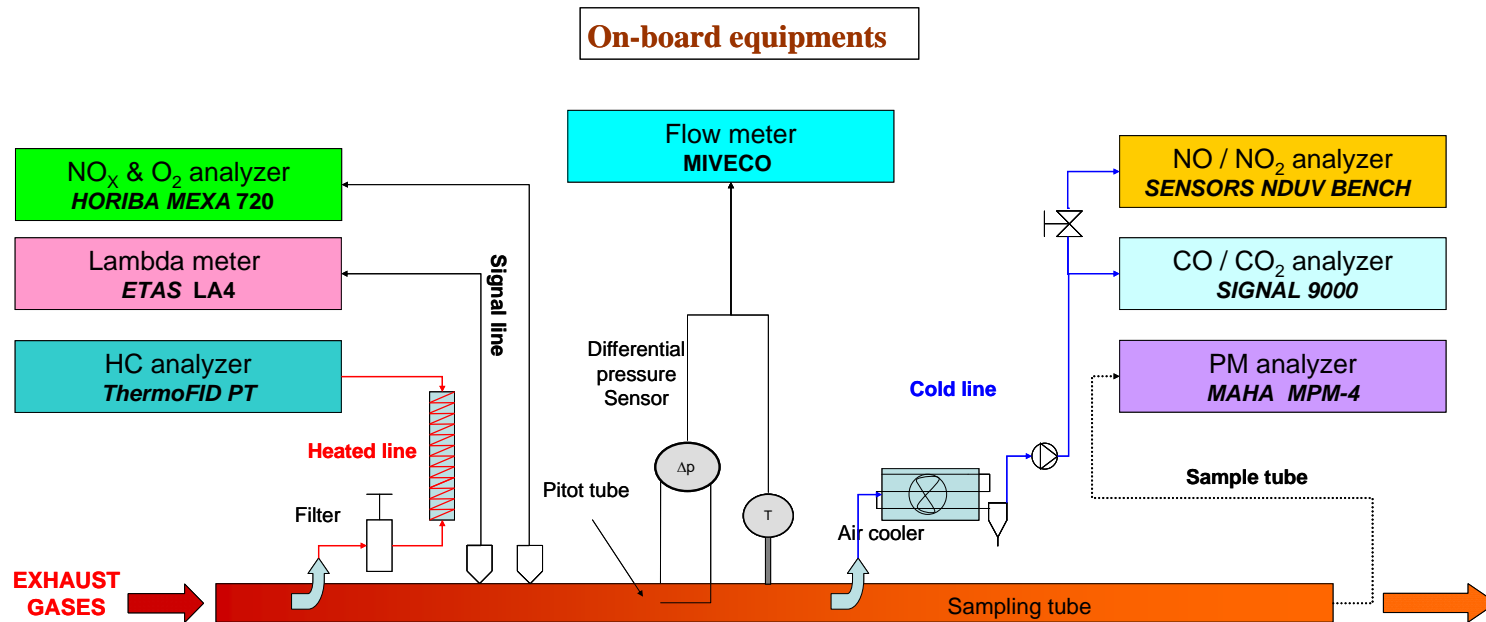
Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones





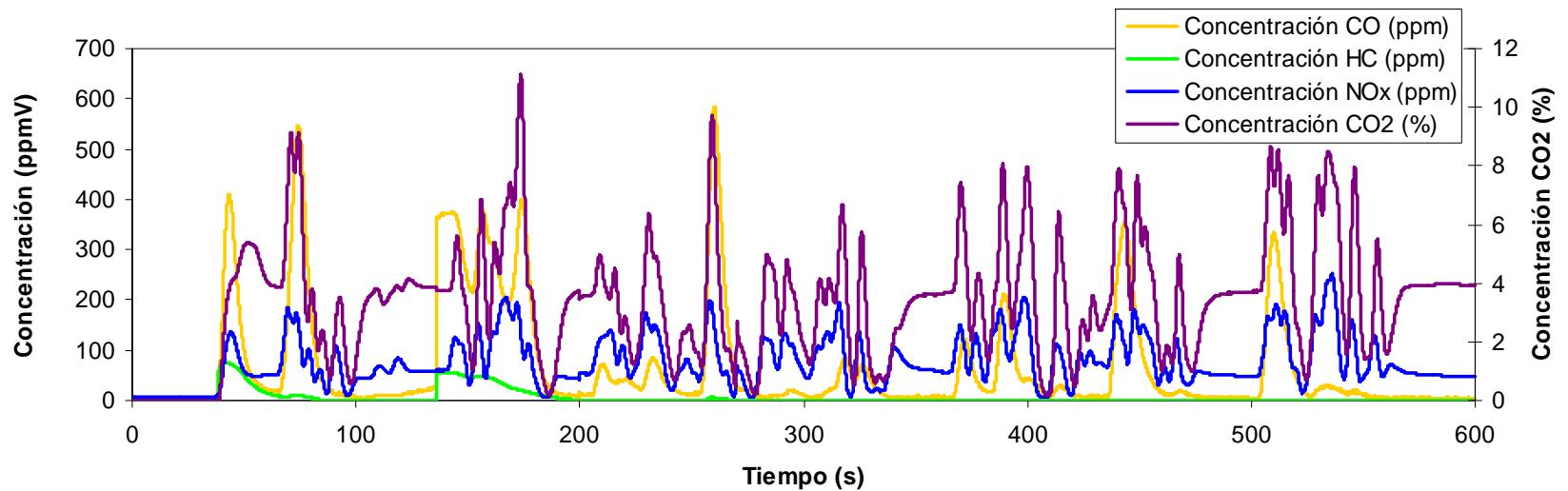
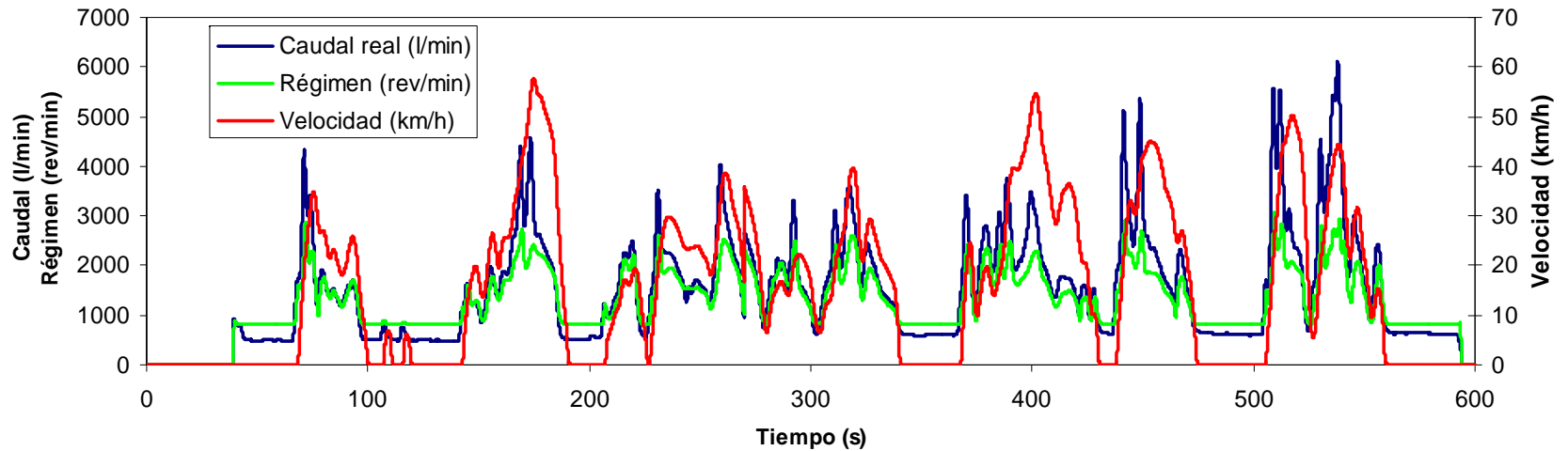
Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones





Cálculo de caudales máxicos de emisiones obtenidos de los datos registrados en tiempo real

- Caudales máxicos de emisiones

$$\dot{m}_x \left[ \frac{\text{g}}{\text{s}} \right] = \frac{\text{ppm}_x}{10^6} \left[ \frac{\text{m}^3_x}{\text{m}^3_{\text{esc}}} \right] * \dot{q} \left[ \frac{\text{m}^3_{\text{esc}}}{\text{s}} \right] * \frac{p_e}{RT} \left[ \frac{\text{mol}}{\text{m}^3_x} \right] * M_x \left[ \frac{\text{g}_x}{\text{mol}_x} \right]$$

- Consumo de combustible:

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_{\text{esc}}}{1 + \lambda * \left( \frac{A}{F} \right)_{\text{EST}}} \left[ \frac{\text{g}}{\text{s}} \right]$$

Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



Marca y modelo	SEAT León	Marca motor	Volkswagen
Tipo motor	(Diesel) BKD	Alimentación	Turbo + postenfriado
Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	1.968	Filtro de partículas	No
Normativa emisiones	EU4	Caja de cambios	Manual (6)
Potencia (kW)	103	Año de matriculación	2008
Número relaciones	6	km antes de ensayos	17.962



- Obtenido de Brassica Napus en Universidad de la Frontera (Temuco, Chile)
- Análisis propiedades:
  - Lab° Biocombustibles UFRO (Chile)
  - Fundación Gómez-Pardo UPM
- Exportado de UFRO a UPM.
- Se analizó el contenido de biodiésel de cada muestra
- Gasóleo comercial de la misma partida (Repsol) .
  - Contenido de biodiésel: 3,85 %



Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones





Análisis Elemental	Biodiésel Chile	Gasóleo comercial
% (m/m) C	76,35	84,03
% (m/m) H	13,41	14,56
% (m/m) N	0	0,27
%( m/m) S	0	0,00486
% (m/m) O	10,24	1,13514
C	1,0	1,0
H	2,109	2,081
O	0,10074	0,01015

Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



## Combustibles puros

	PCI (m) kJ/kg	Densidad kg/ dm <sup>3</sup>	PCI (V) kJ/dm <sup>3</sup>
Gasóleo comercial	42.824,6	0,842	36.048,0
Biodiésel Chile	37.450,6	0,880	32.991,8

## Mezclas biodiésel + gasóleo

Denominación	% biodiésel medido	% biodiésel Chile	% gasóleo comercial	Densidad mezcla (kg/m <sup>3</sup> )	PCI (kJ/kg)
B0	3,85	0,00	100,00	841,8	42.824,6
B10	11,30	7,75	92,25	844,8	42.390,4
B30	31,30	28,55	71,45	852,9	41.240,0
B40	42,50	40,20	59,80	857,5	40.605,4
B50	51,70	49,77	50,23	861,3	40.089,1
B100	98,75	98,70	1,30	880,4	37.517,4

Introducción

Metodología de ensayos

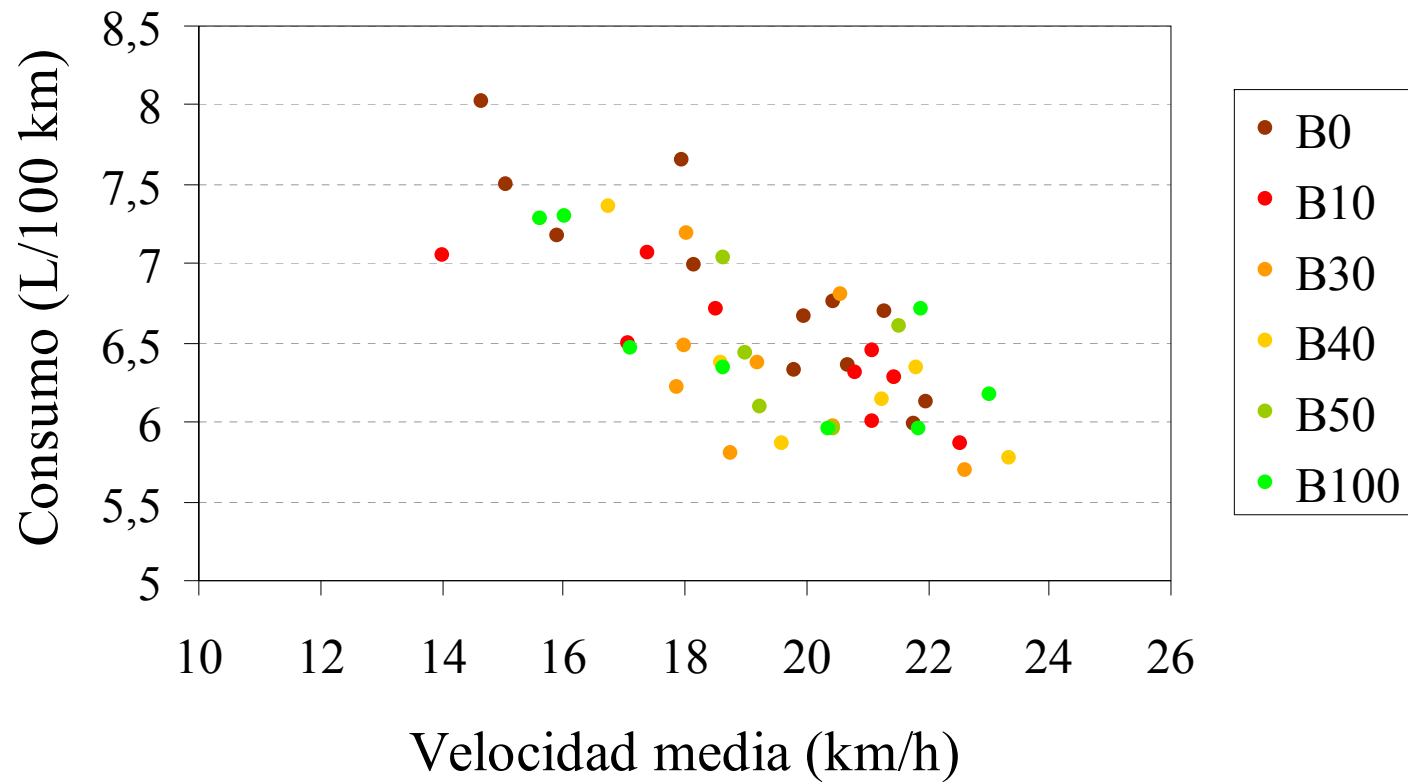
Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



- Tendencia a disminuir consumo al aumentar velocidad media
  - Tres estilos de conducción: suave, normal y agresivo.



Introducción

Metodología de ensayos

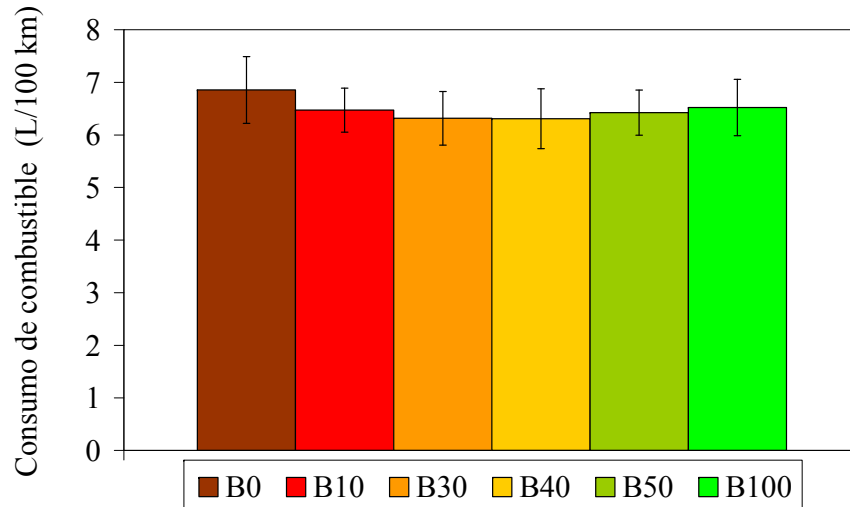
Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones

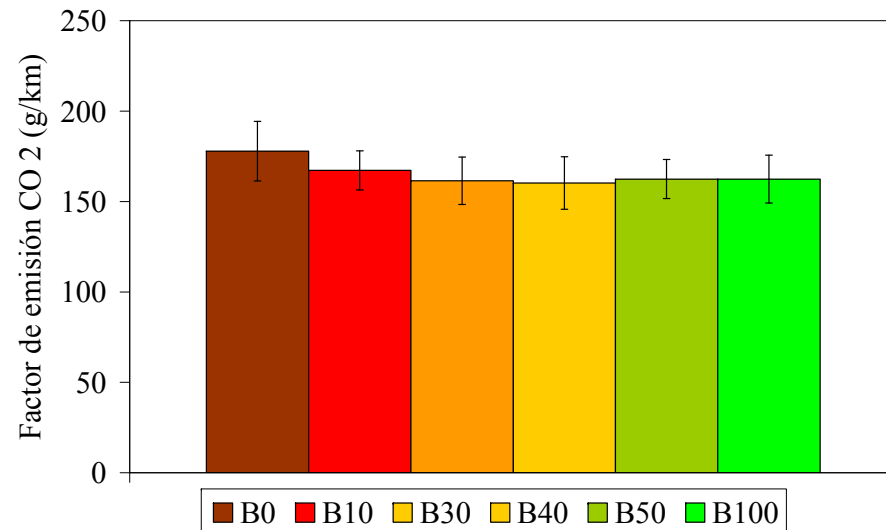


## Resultados. Consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub>



- No es la tendencia esperada.  
Menor PCI  $\Rightarrow$  mayor consumo

¿Por qué?



Introducción

Metodología de ensayos

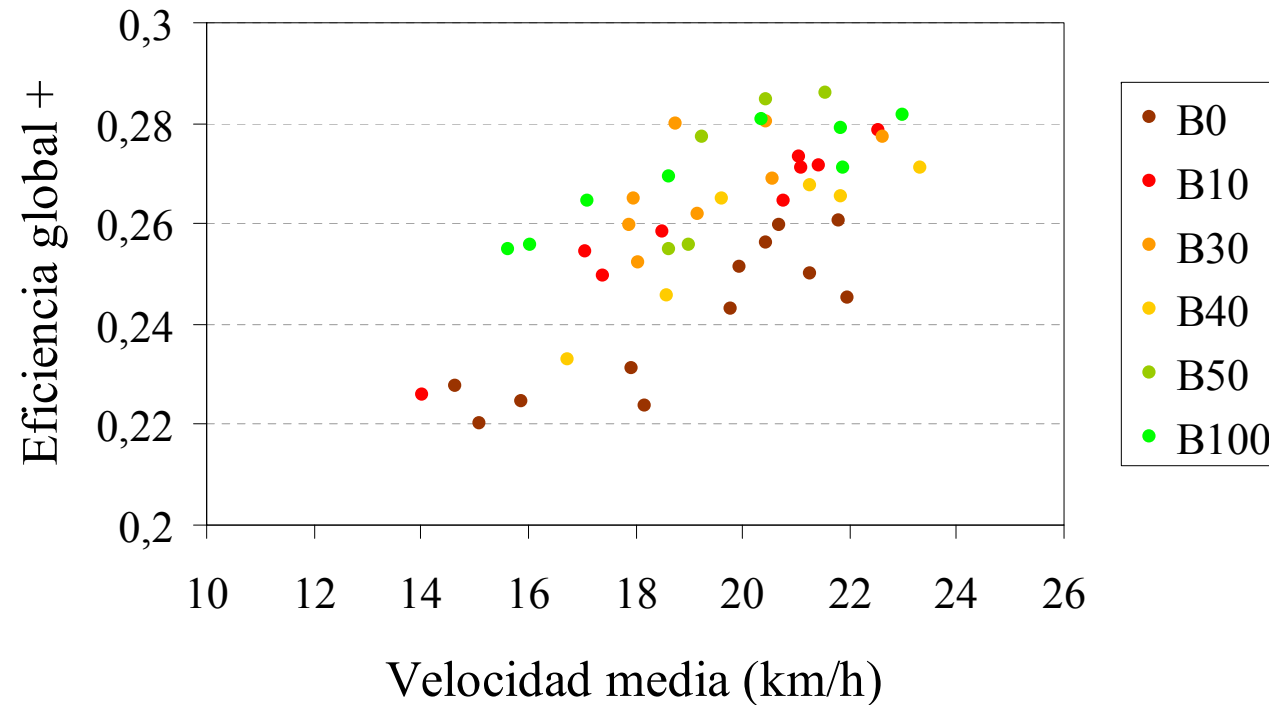
Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



- Eficiencia Global Positiva =  $\frac{\text{Energía de tracción positiva}}{\text{Energía térmica del combustible}}$ 
  - Esencialmente es el rendimiento térmico medio del motor



Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



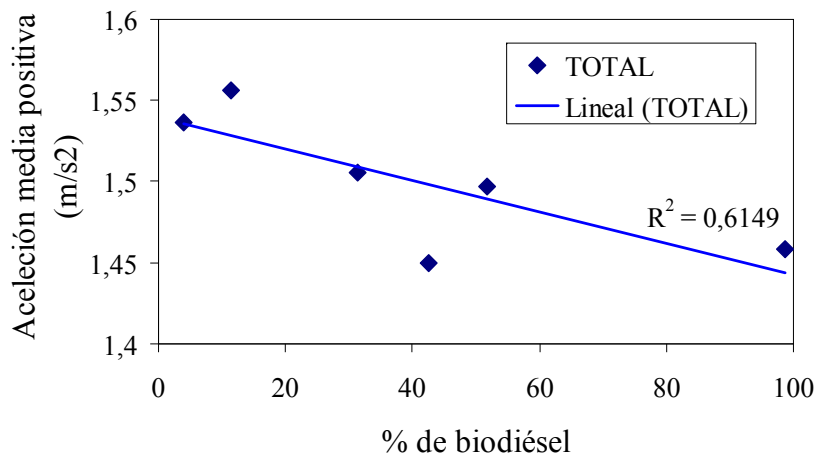
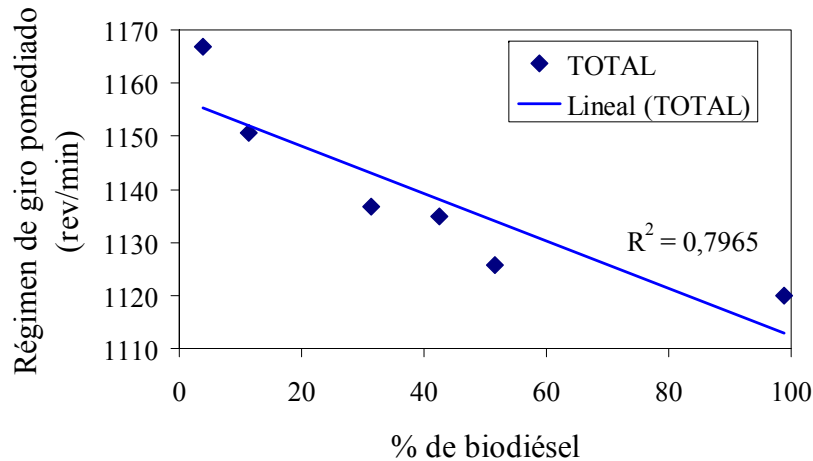
Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



Se observa:

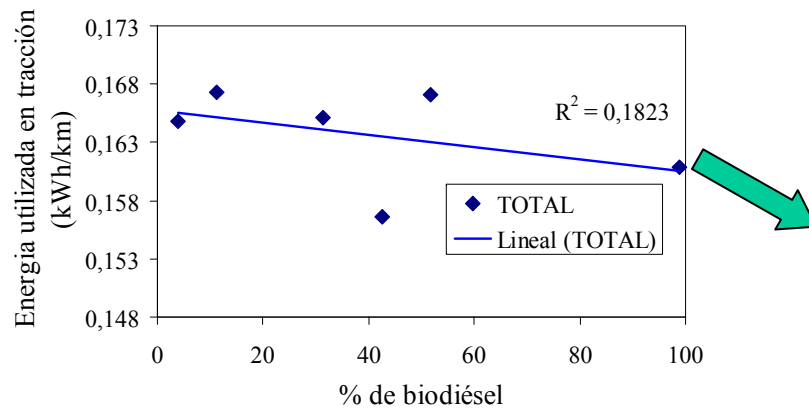
- Reducción del régimen medio de motor
- Reducción de la aceleración media
- Reducción en las prestaciones del motor

Justificación:

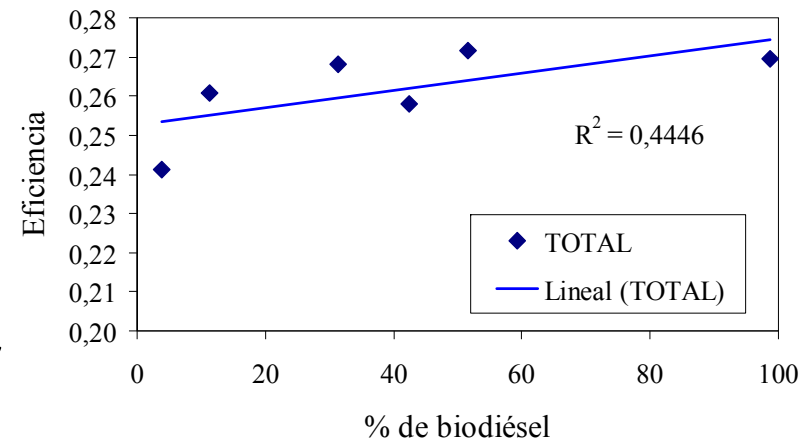
- Reglajes de motor descompensados con biodiésel
- Respuesta del motor diferente con biodiésel a requerimientos del conductor



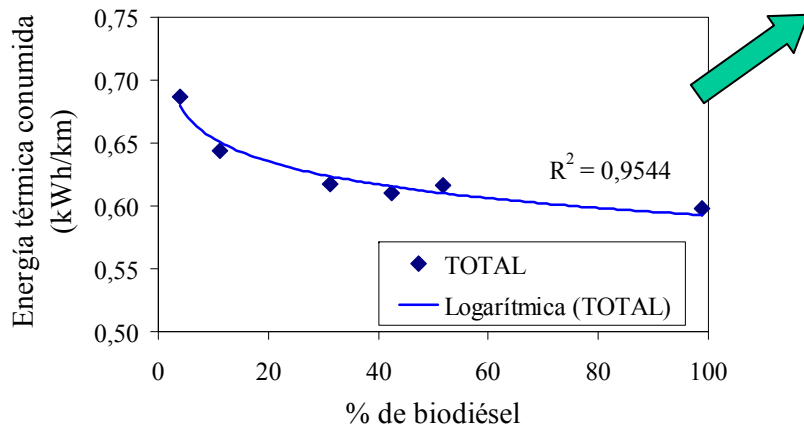
Energía utilizada en tracción, calculada de la velocidad, viento frontal, pendiente, etc.



Eficiencia Global Positiva



Energía química del combustible consumido.



El rendimiento térmico medio del motor aumenta

Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones



- Se observa una tendencia inesperada en el consumo de combustible
- La tendencia en el consumo observada se debe principalmente a una reducción en las prestaciones del motor, posiblemente causado por respuesta inadecuada de la electrónica de control
- La Eficiencia Global Positiva (rendimiento térmico medio del motor) mejora, posiblemente por el contenido en oxígeno y por trabajar el motor en condiciones diferentes.

Introducción

Metodología de ensayos

Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones





Gracias por su atención

[nfonseca@etsii.upm.es](mailto:nfonseca@etsii.upm.es)

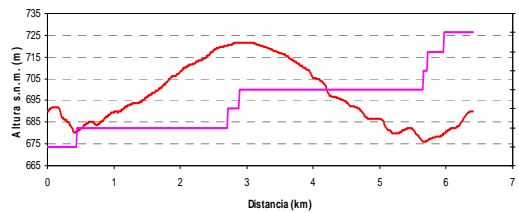
[Jesus.casanova@upm.es](mailto:Jesus.casanova@upm.es)



### Circuito Castellana (CAST)

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7

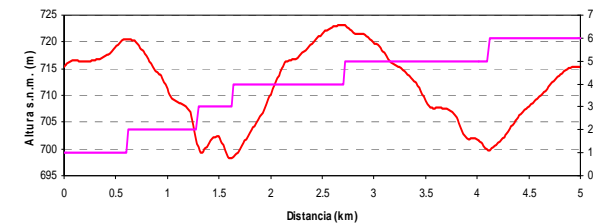
Elevación circuito CAST



### Circuito Tetuan (LR1)

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

Elevación circuito LR1



Introducción

Metodología de ensayos

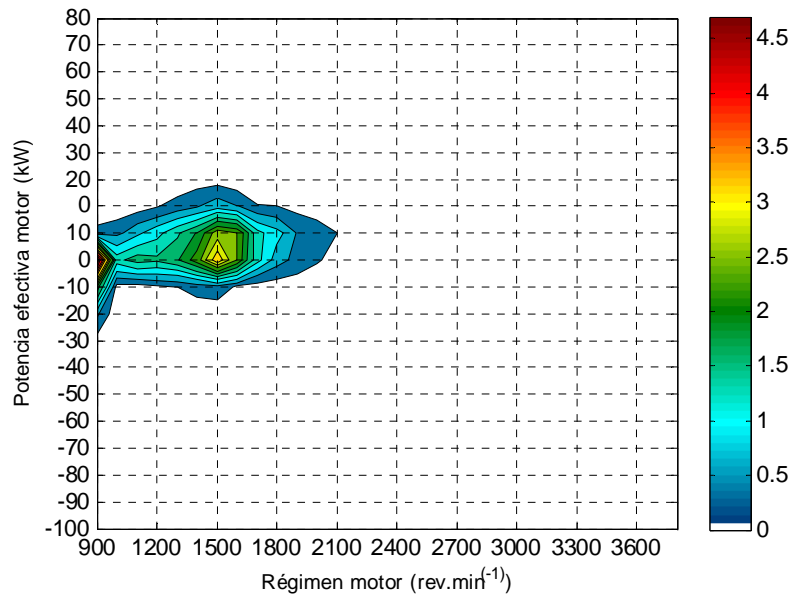
Mezclas de biodiésel

Resultados

Discusión y conclusiones

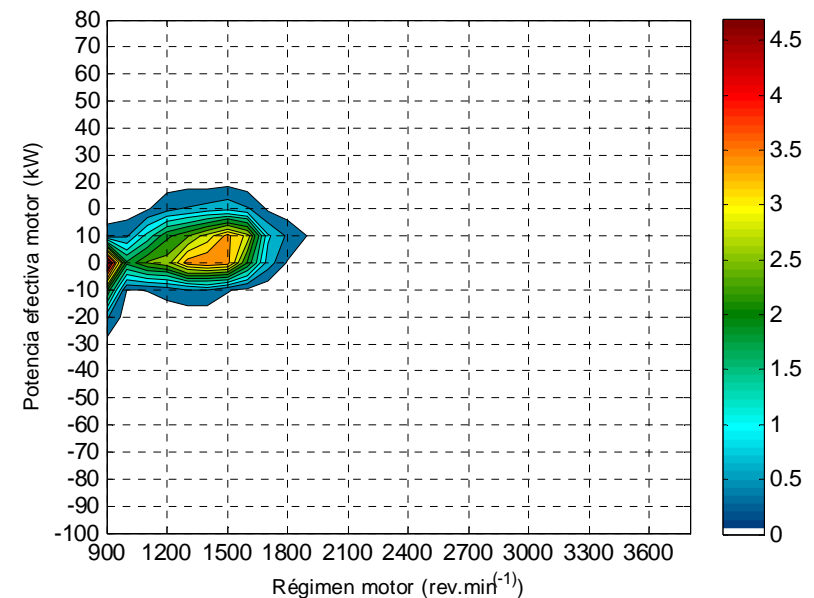


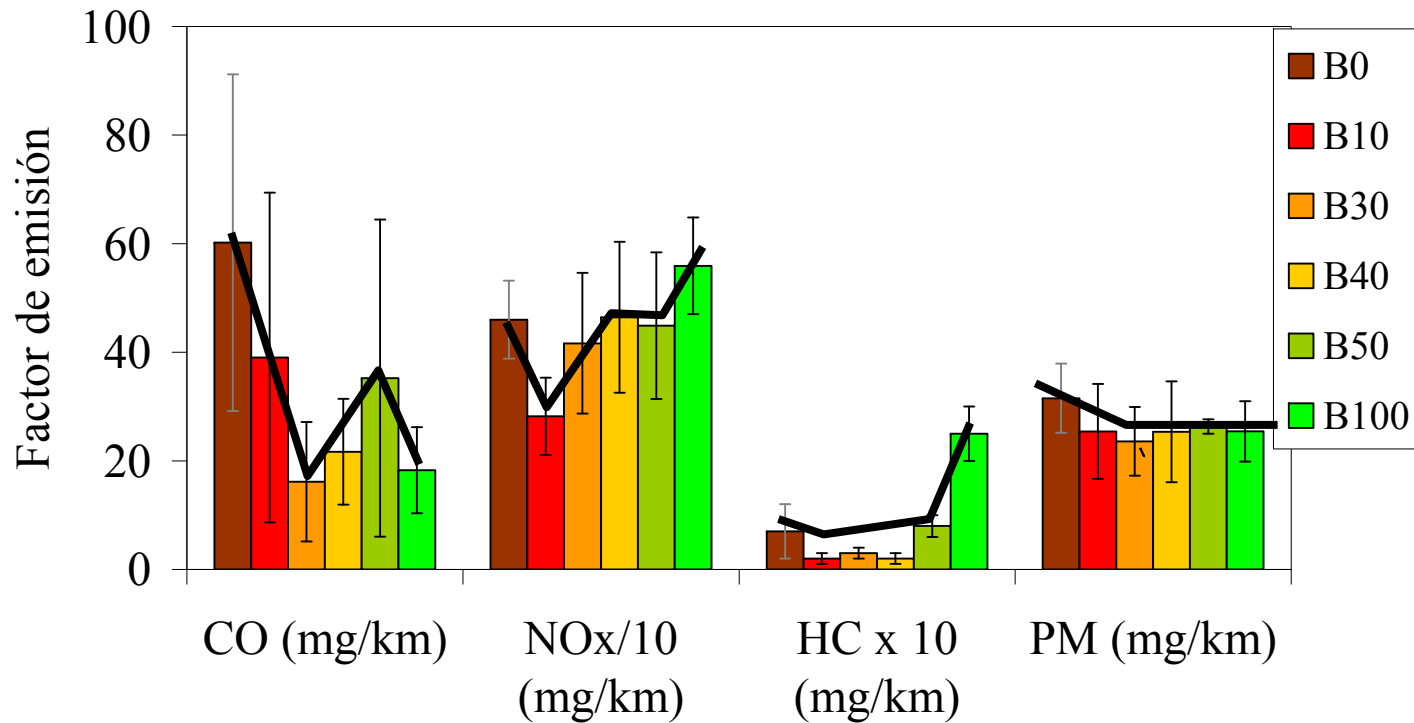
# Reducción de las prestaciones del motor



Porcentaje de utilización del motor. B60 (gasóleo comercial 100%). SEAT LEON turbodiésel 2L.

Porcentaje de utilización del motor. B40 (gasóleo comercial 60%). SEAT LEON turbodiésel 2L.





Tendencias diferentes a las obtenidas en banco de motor y banco de rodillos.

- Catalizador de oxidación ?
- Operación en transitorios ?