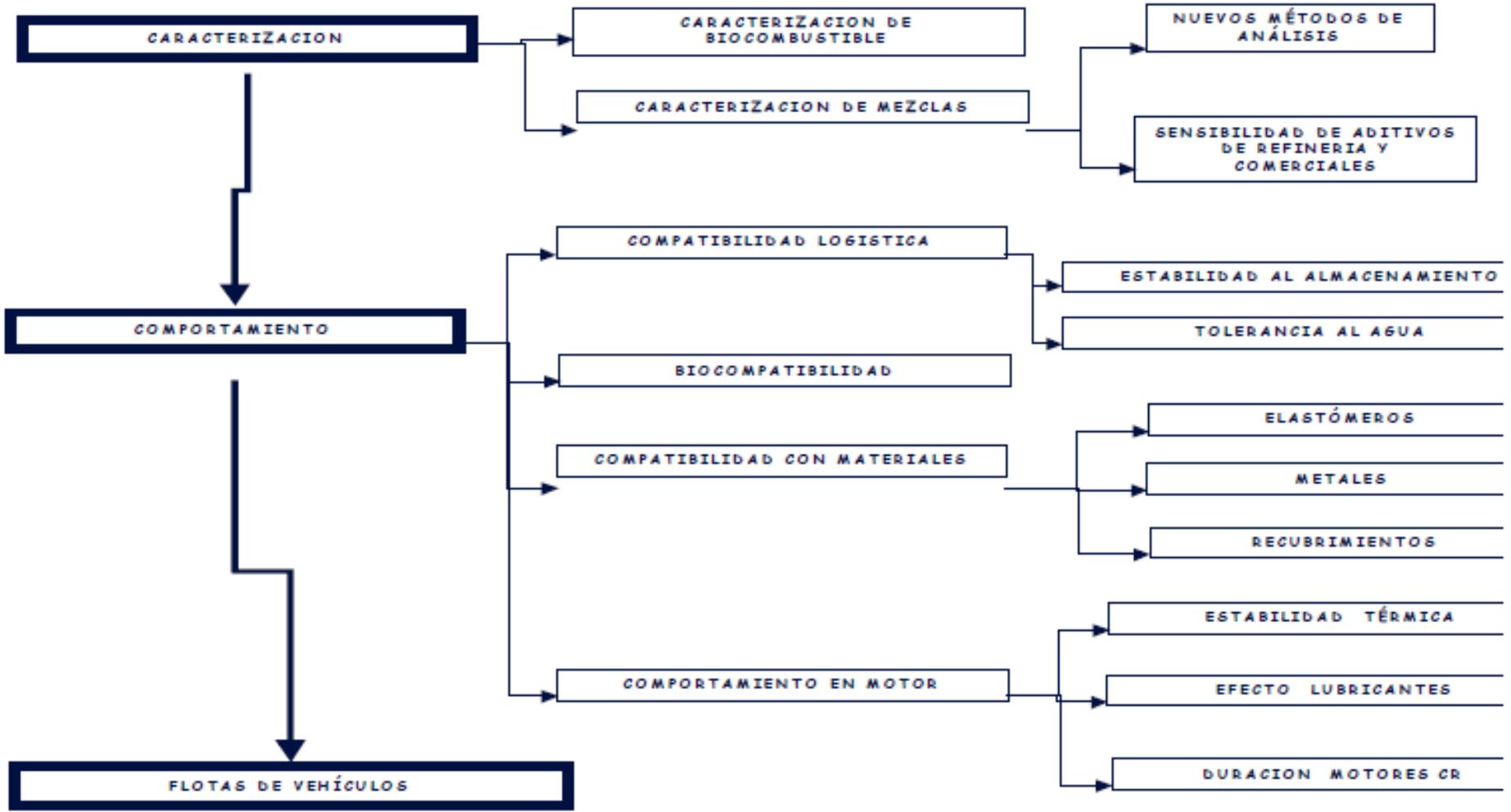


Normas de calidad de biocarburentes



Normas de calidad de biocarburantes

Especificaciones

- Objetivo: garantizar que los combustibles son adecuados al uso que se destina (al motor) mediante el aseguramiento de un nivel de requerimientos mínimos
- Definen la calidad en términos de prestaciones, protección del vehículo y del medio ambiente, estabilidad...



PARA CADA TIPO DE COMBUSTIBLE EXISTE UNA ESPECIFICACIÓN OFICIAL

De las especificaciones nacionales (BS, DIN...) se ha pasado a una especificación europea común que cada país adapta a su situación climática

Por otro lado, los fabricantes de vehículos establecen especificaciones comerciales, que, en general, son más exigentes que las legislativas (World Wide Fuel Charter)

NORMAS DE CALIDAD

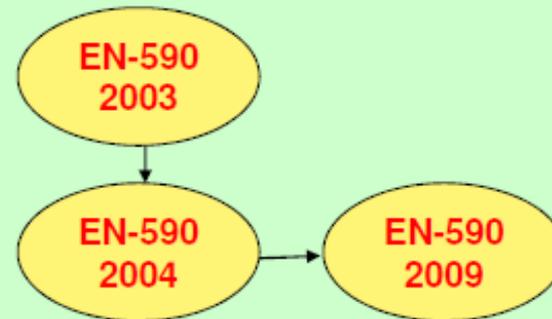
MEP



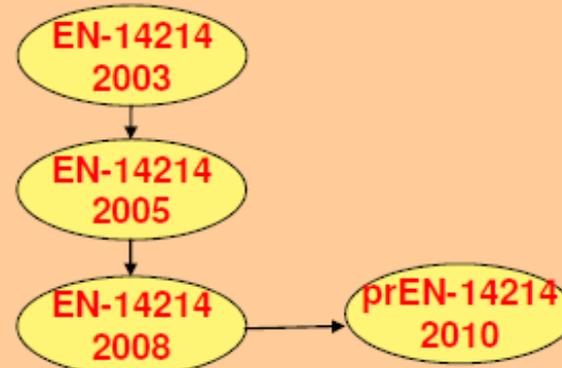
BIOETANOL

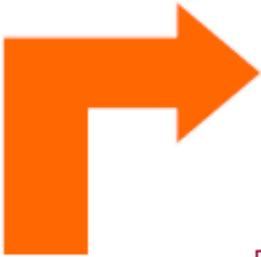


Diesel

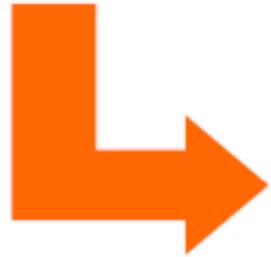


BIODIESEL





**DOS
VIAS**



**ETANOL
EN GASOLINA**

VIA INDIRECTA
Etanol Eter (ETBE)

VIA DIRECTA
Mezcla directa

**ESTERES METILICOS
EN GASOLEO
(Biodiesel)**

PROCEDENCIA

REMOLACHA
CAÑA DE AZUCAR
TRIGO
MAIZ
DESECHOS VEGETALES

SOJA
COLZA
GIRASOL

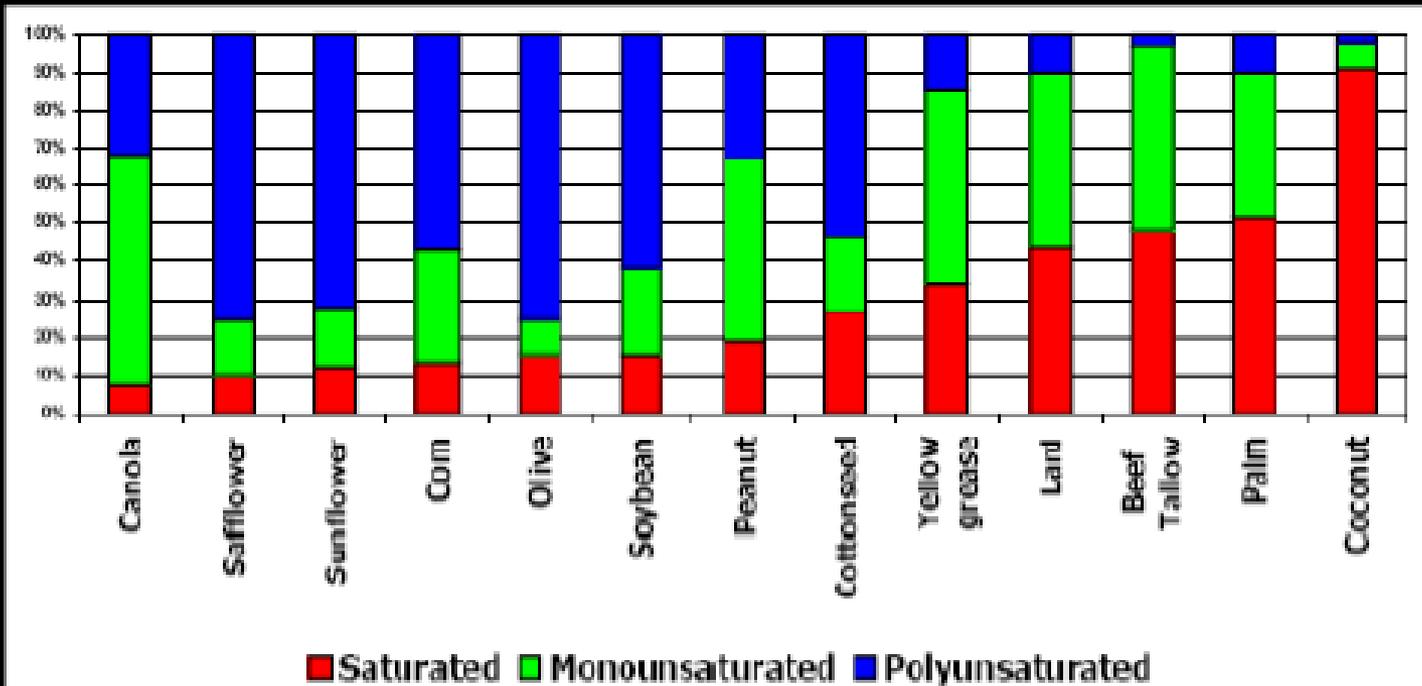
Biodiesel EN 14214

ENSAYO	UNIDADES	VALOR LÍMITE	NORMA DE ENSAYO
Contenido en éster	% (m/m)	min 96,5%	UNE EN 14103
Densidad a 15°C	kg/m ³	880 - 900	EN ISO 3875
Viscosidad a 40°C	mm ² /s	3,50 - 5,00	UNE EN ISO 3104
Flash Point	°C	min 120	ISO 3879
Contenido en azufre	mg/kg	10,0	ISO 20846
Número de cetano		51,0	EN ISO 5165
Residuo carbonoso	% (m/m)	0,30	ISO 10370
Contenido en cenizas de sulfatos	% (m/m)	0,02	ISO 3987
Contenido en agua	mg/kg	500	EN ISO 12937
Contaminación total	mg/kg	24	EN 12682
Corrosión en lámina de cobre	Clasificación	Clase 1	EN ISO 2160
Estabilidad a la Oxidación	horas	min 6,0	UNE EN 14112
Valor ácido	mg KOH/g muestra	0,50	UNE EN 14104
Índice de yodo	g I/100g muestra	120	UNE EN 14111
M.E. Linoléico	% (m/m)	12,0	UNE EN 14103
M.E. Poliinsaturados	% (m/m)	1	
Contenido en metanol	% (m/m)	0,20	UNE EN 14110
Contenido en monoglicéridos	% (m/m)	0,80	UNE EN 14105
Contenido en diglicéridos	% (m/m)	0,20	UNE EN 14105
Contenido en triglicéridos	% (m/m)	0,20	UNE EN 14105
Glicerina libre	% (m/m)	0,02	UNE EN 14105
Glicerina total	% (m/m)	0,25	UNE EN 14105
Metales grupo I (Na+K)	mg/kg	5,0	UNE EN 14108/14109
Metales grupo II (Ca+Mg)	mg/kg	5,0	prEN 14538
Contenido en fósforo	mg/kg	10,0	UNE EN 14107
CFPP	°C		EN 118

BIODIESEL

Ester metílico	Fórmula	Formula resumida	Enlaces dobles
Láurico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{13}\text{H}_{26}\text{O}_2$	0
Mirístico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{15}\text{H}_{30}\text{O}_2$	0
Palmitico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$	0
Palmitoleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{17}\text{H}_{32}\text{O}_2$	1
Estearico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{19}\text{H}_{38}\text{O}_2$	0
Oleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$	1
Linoleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-(CH=CH-CH}_2\text{)}_2\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$	2
Linolénico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{-CH=CH)}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{19}\text{H}_{32}\text{O}_2$	3
Aráquico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{18}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{21}\text{H}_{42}\text{O}_2$	0
Gadoleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_9\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{21}\text{H}_{40}\text{O}_2$	1
Behénico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{20}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{23}\text{H}_{46}\text{O}_2$	0
Erúxico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_{11}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{23}\text{H}_{44}\text{O}_2$	1
Lignocérico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{22}\text{-COO-CH}_3$	$\text{C}_{25}\text{H}_{50}\text{O}_2$	0

BIODIESEL





Biodiesel: normas



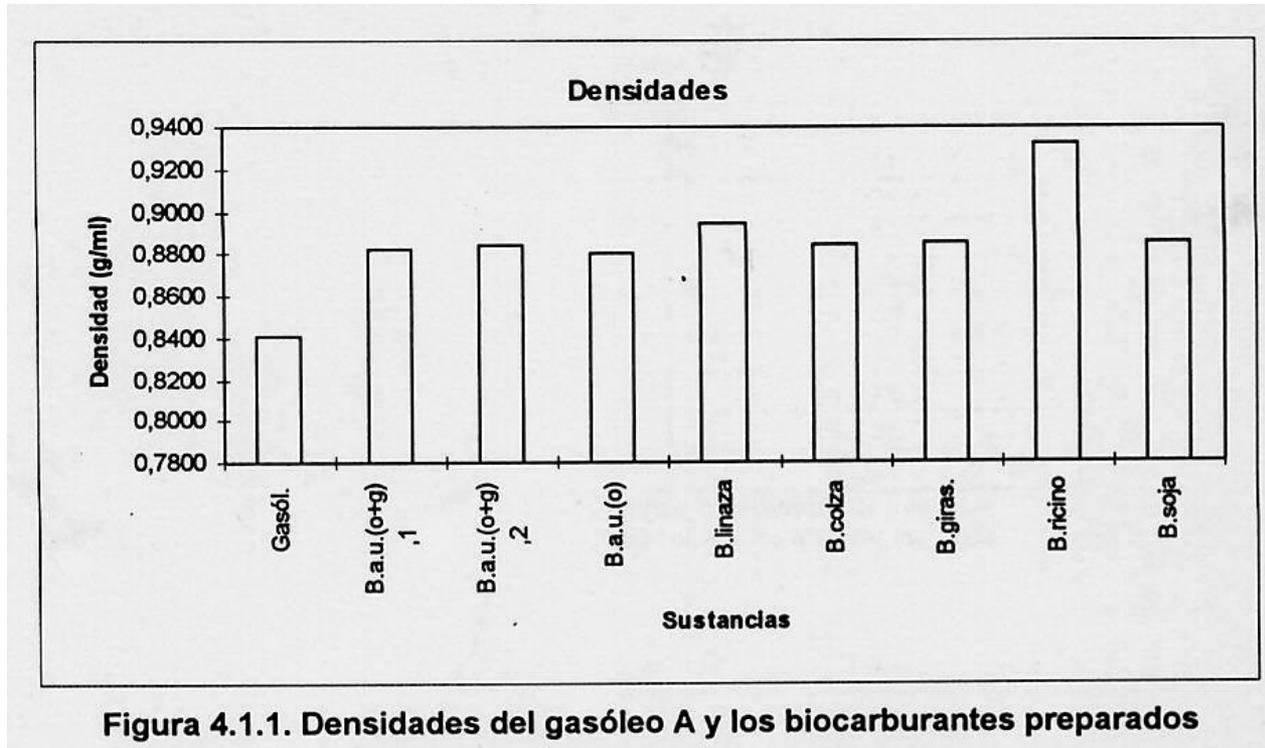
	Aceites	Ésteres Metílicos (BIODIESEL)	Gasóleo
Densidad a 20°C (kgr/m ³)	910/930	870/890	840
Viscosidad a 40°C (cst)	25/35	3,5/4,5	3
P.C.I.(MJ/kg)	35/38	36/39	43
P.C.I.(MJ/l)	32/35	32/34	36
Nº de cetano	30/40	49/54	48/51
P.O. Filtro frío (°C)	10/20	0/-15	-20
Residuos carbonoso (%)	↑↑↑↑	0,25/0,42	0,1
Punto inflamación (°C)	↑↑↑↑	120/170	65
Azufre (% peso)	0	0	0,05



Biodiesel: productos



- Densidad: 0,860-0,900 kg/L

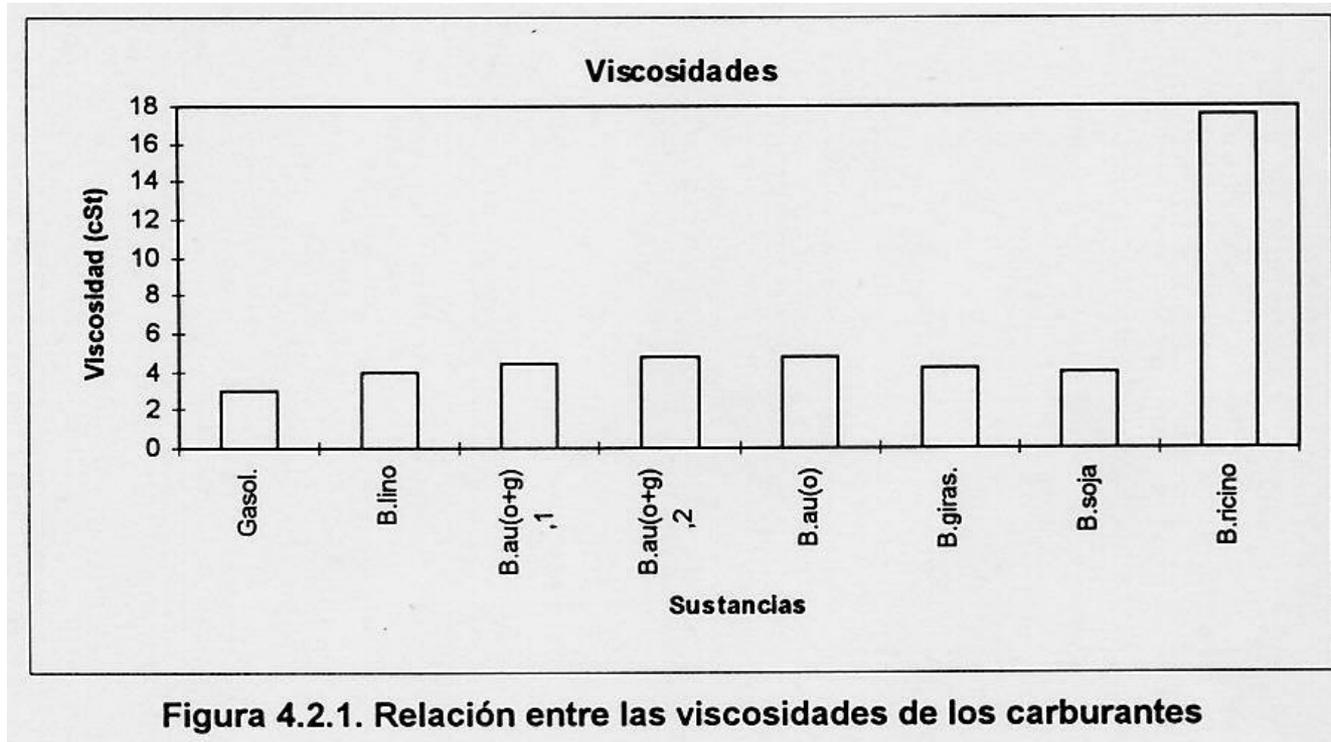




Biodiesel: productos



- Viscosidad a 40 °C: 3,50-5,00 mm²/s

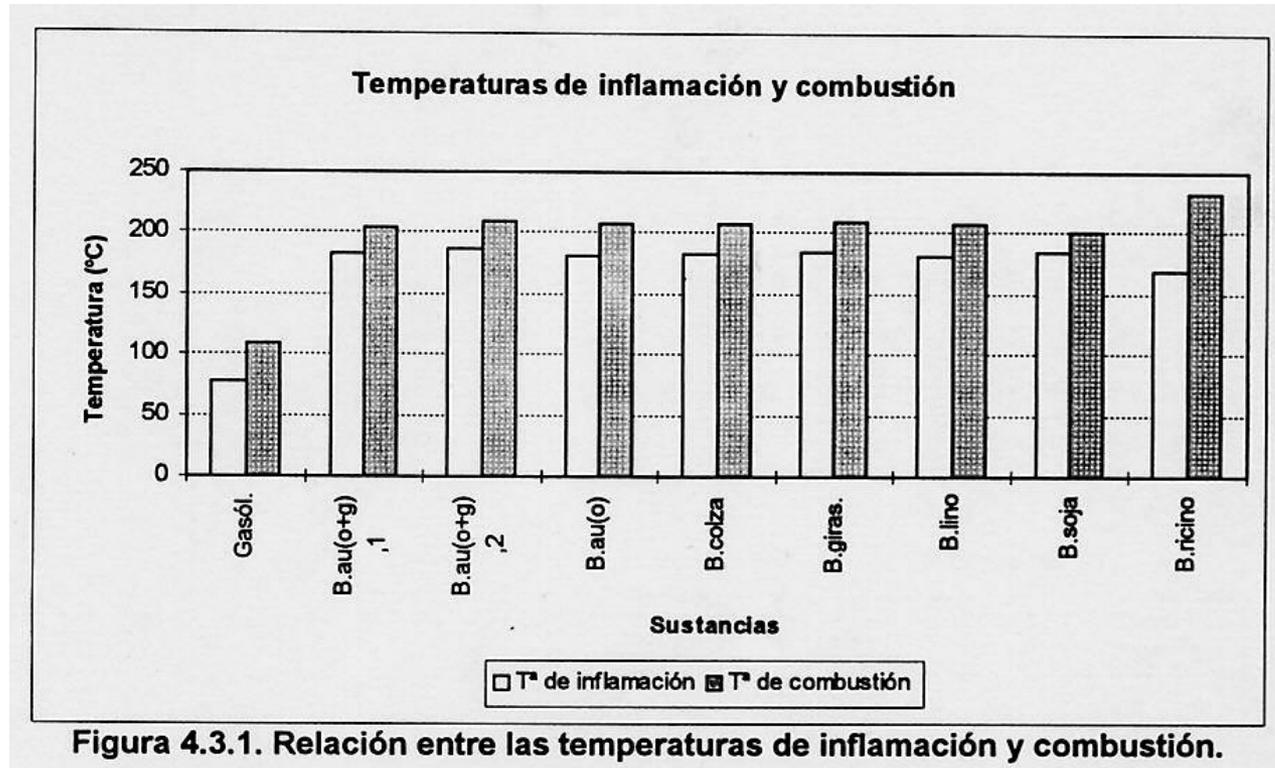




Biodiesel: productos



- Punto de inflamación: > 120 °C

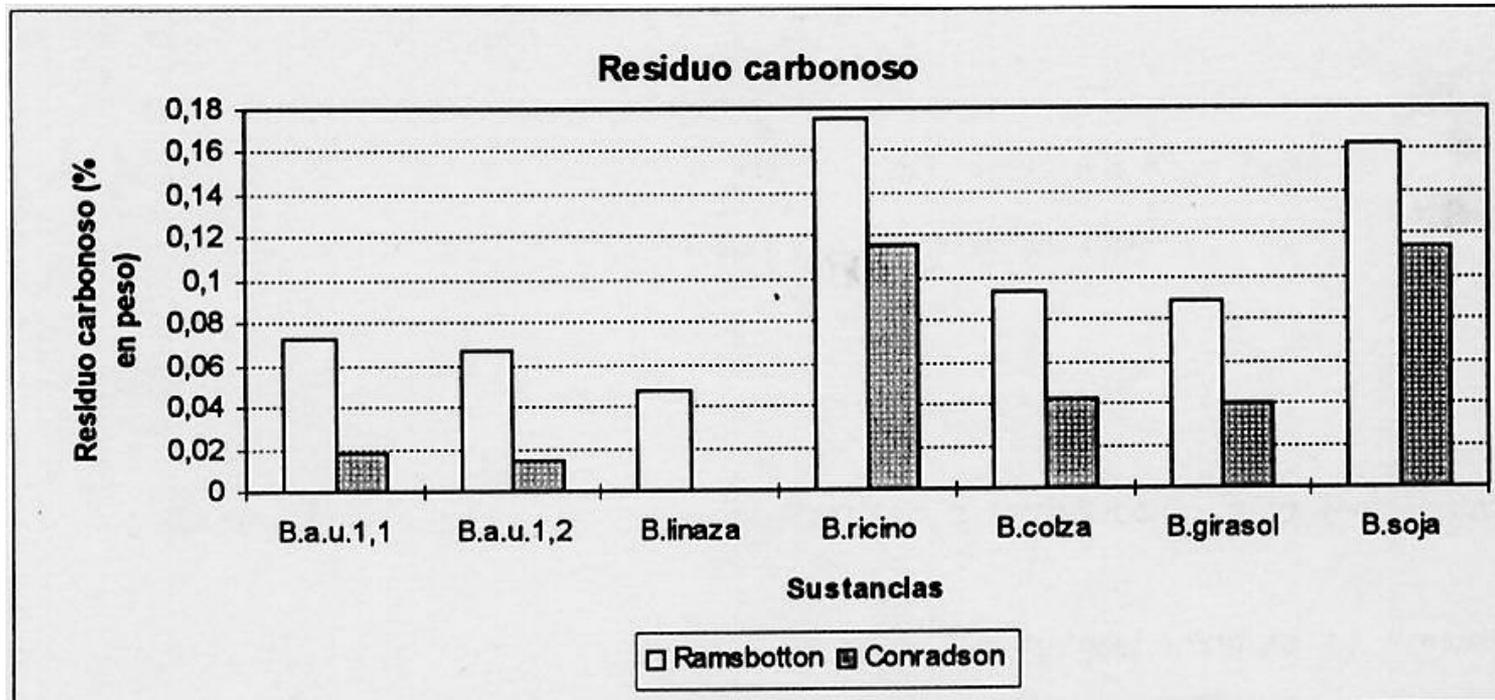




Biodiesel: productos



- Residuo de carbón: $< 0,30$ % m/m



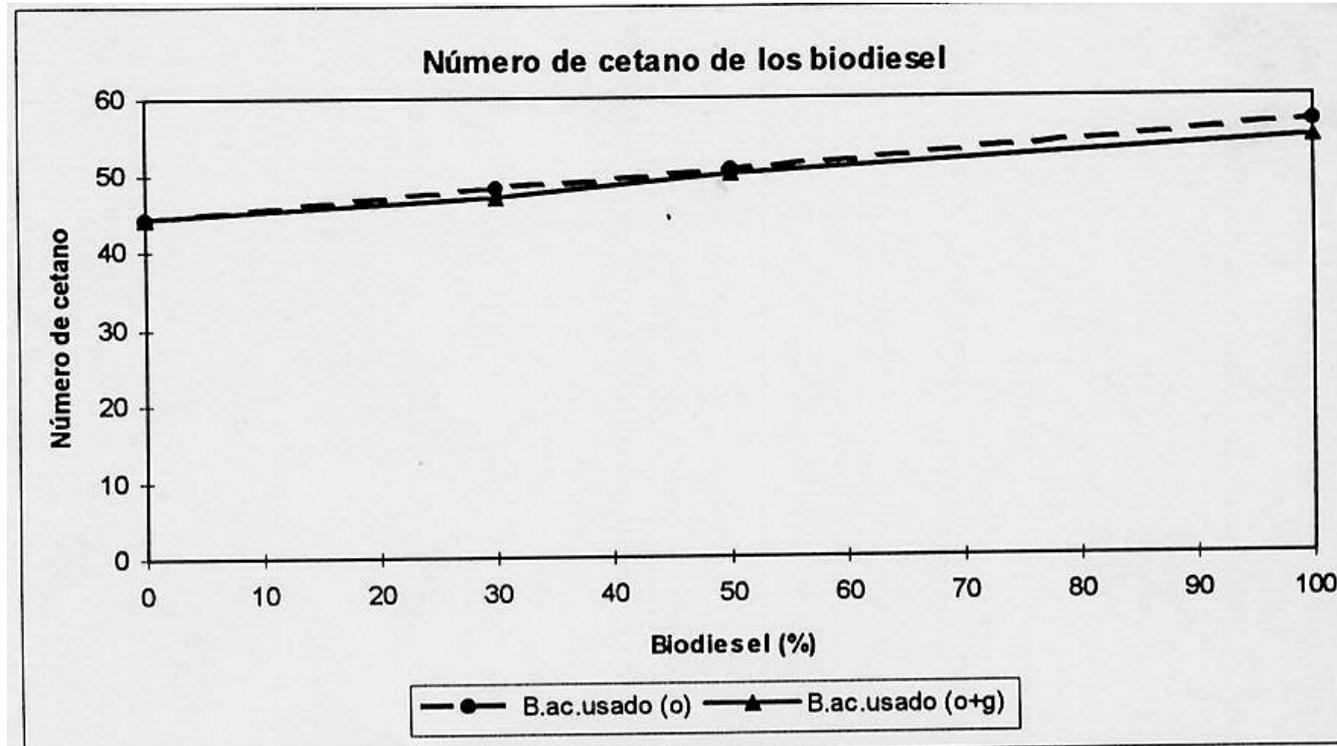
- En 10 % de residuo destilado



Biodiesel: productos



- Número de cetano: $> 51,0$



El índice de yodo

Múltiples orígenes del aceite y sus mezclas

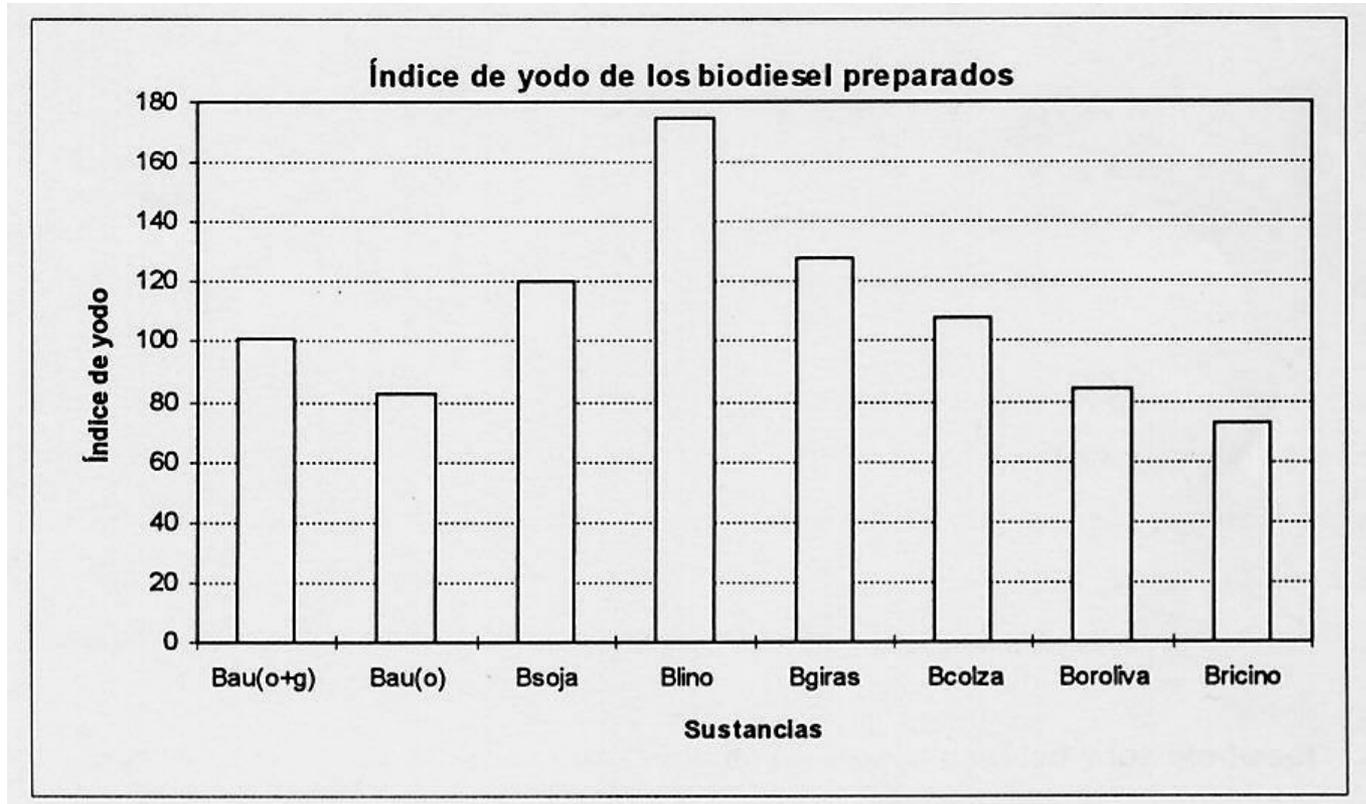
REFERENCIA	1	2	3	4	5	6
BIODIESEL	OLIVA	COLZA	GIRASOL	PALMISTE	PALMA	SOJA
Distribución de ésteres, C.G., % p/p						
Otros C18-	15,6	6,4	11,0	90,0	53,0	14,0
C18 (=), Oleato de metilo	75,0	60,3	28,0	7,0	36,0	22,0
C18 (2=), Linoleato de metilo	8,5	21,5	59,5	3,0	9,5	54,0
C18 (3=), Linolenato de metilo	0,8	7,5	0,5	0,0	0,5	9,0
Otros C20+	0,1	4,3	1,0	0,0	1,0	1,0
Indice de Yodo (grs I2)	81	108	128	11	49	136
Análisis elemental						
Carbono, % m/m	76,9	77,2	77,2	75,7	76,3	77,2
Hidrógeno, % m/m	12,2	12,0	11,9	12,5	12,3	11,8
Oxígeno, % m/m	11,0	10,8	10,9	11,7	11,3	11,0



Biodiesel: productos



- Índice de yodo: < 120 g de yodo / 100 g

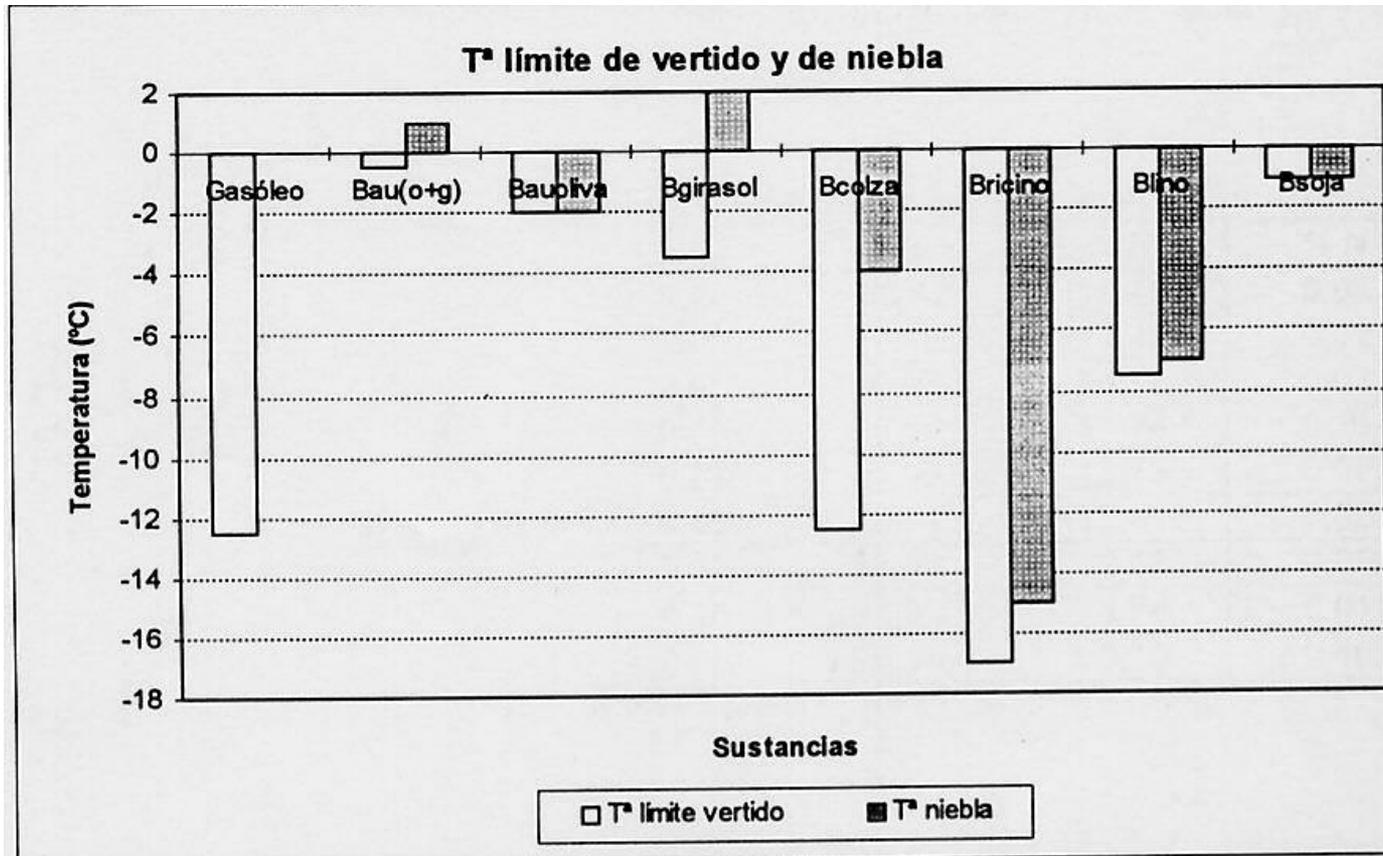




Biodiesel: productos

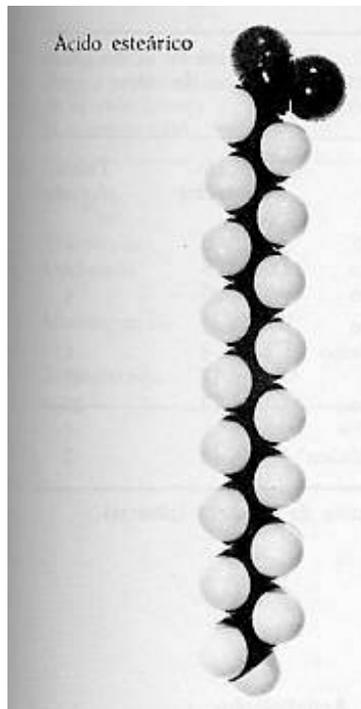
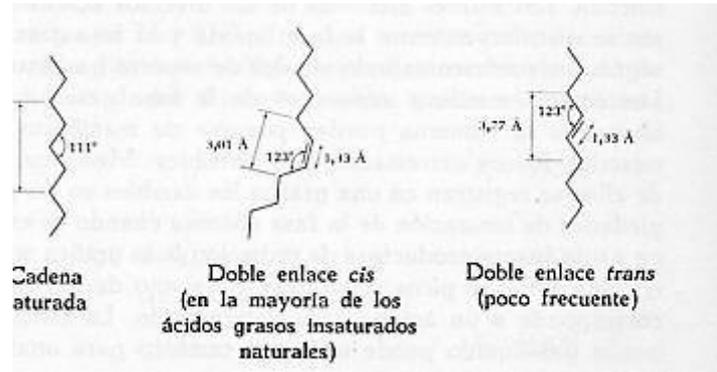


- Comportamiento en frío:





Biodiesel: productos

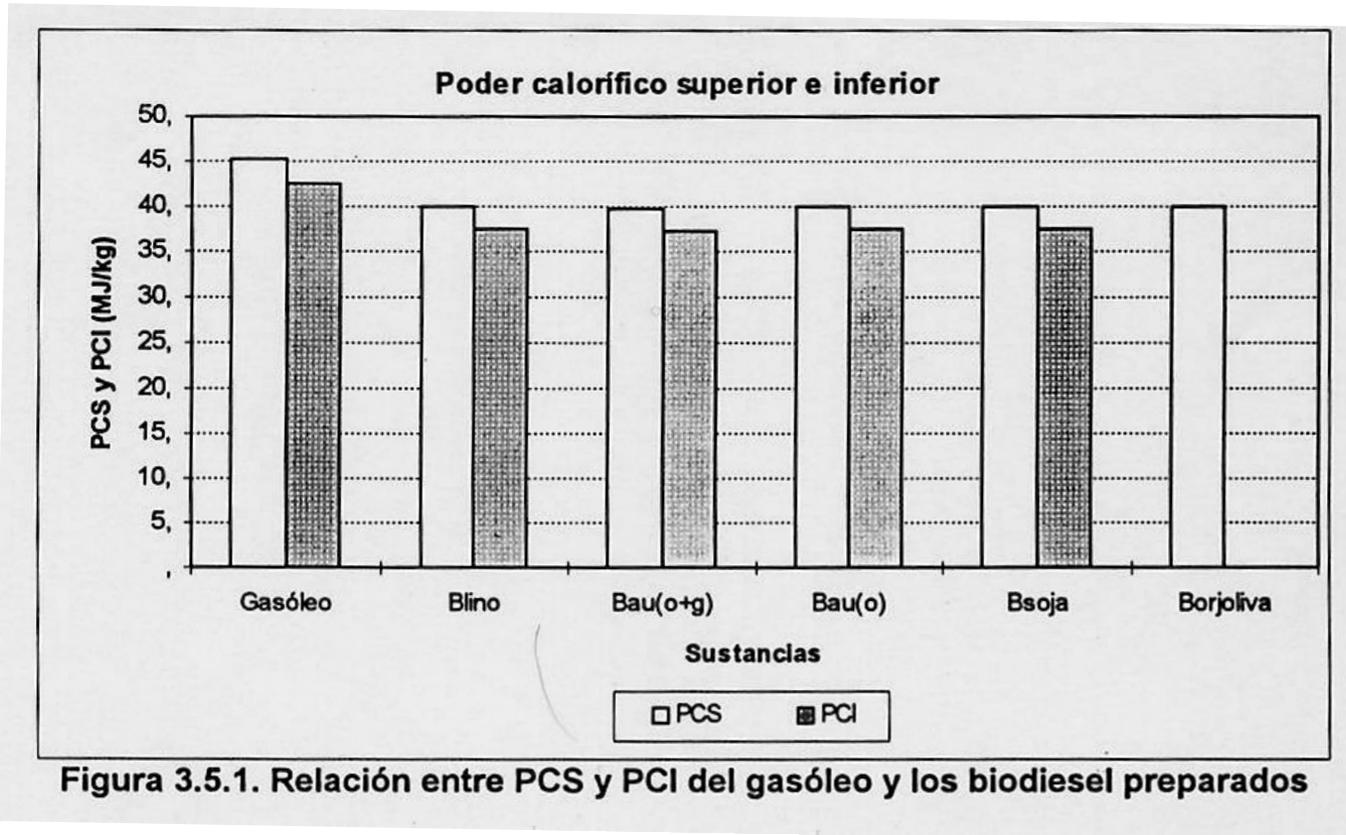




Biodiesel: productos

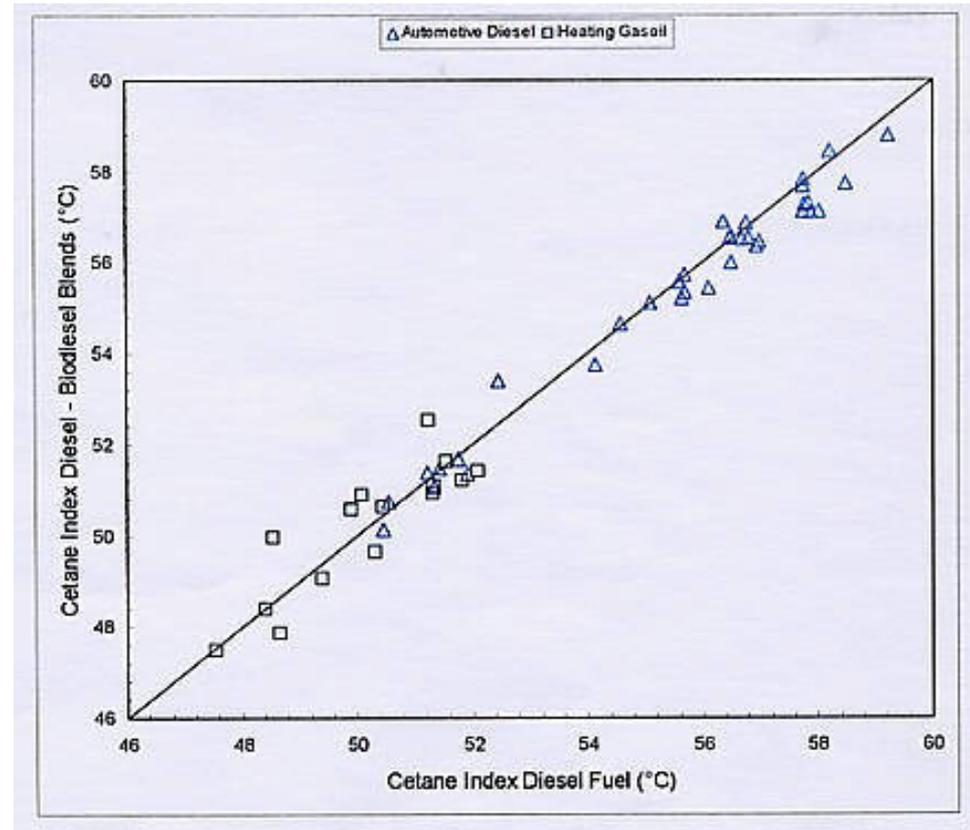
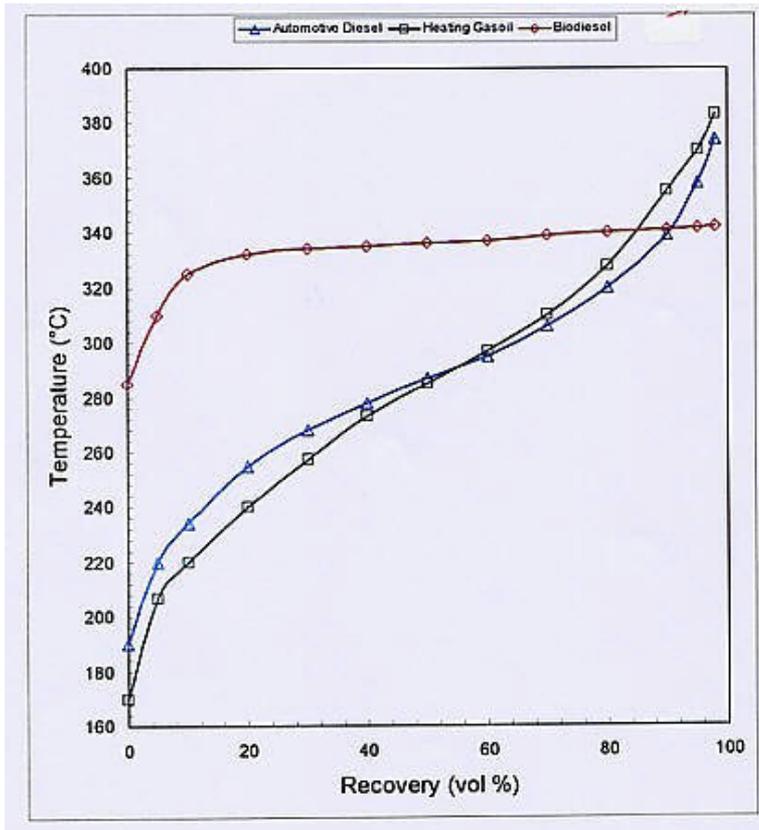


- Poder calorífico:





Biodiesel: productos



Biodiesel vs. Diesel fósil

- La especificación del gasóleo EN 590 admite un 5 % v/v de biodiésel, que cumpla a su vez la especificación EN 14214
- El Real Decreto 61/2006:
 - Admite mezclas de gasóleo de automoción con más de un 5 % v/v de biodiésel, siempre que exista un
 - Cumplimiento de la especificación EN 590 (excepto el 5 %v/v de biodiesel)
 - Un etiquetado específico en los puntos de venta
 - El biodiésel deberá cumplir la especificación EN 14214 con excepción del índice de yodo, cuyo valor máximo será 140
 - El índice de yodo es intrínseco a la naturaleza del ácido graso (a mayor índice de yodo, mayor presencia de insaturados)
 - En teoría, mayor presencia de insaturados implica más polimerización
 - En teoría, más polimerización implica más inestabilidad

Biodiesel vs. Diesel fósil

- El biodiesel aumentan la tendencia a emulsionar agua
 - El biodiesel es más agresivo que el gasóleo con los elastómeros de tipo acrílico.
 - La estabilidad térmica/oxidativa del biodiesel es peor
 - El consumo específico aumentó del orden del 3% a plena carga y del orden del 5% a cargas parciales
- Las emisiones de CO y humos se reducen notablemente. Los HC también se reducen pero en menor medida. Por el contrario los NO_x aumentan moderadamente.

Biodiesel vs. Diesel fósil

- Después de 1000 horas de ensayos en 5 tipos de motores distintos, no se manifestó ningún deterioro específico del lubricante que pueda ser achacado al uso del biodiesel.
- En los ensayos de duración en banco, el ensuciamiento de inyectores medido en motores que utilizan biodiesel fue **SIMILAR** al que se produce en motores que utilizan gasóleo.
- El biodiesel tiene mejores características de lubricidad (medidas por HFRR) que el gasóleo base.

Estudios experimentales con biodiesel

1. Efecto de la composición del FAME en mezclas al 5% con gasóleo
2. Evaluación comportamiento
 - 2.1. Aditivos de formulación (MDFI)
 - 2.2. Estabilidad a la oxidación
 - 2.2.1 Estudio de aditivos antioxidantes
 - 2.2.2 Ensayo de estabilidad (Rancimat)
 - 2.3. Estabilidad almacenamiento
3. Compatibilidad con la red logística
 - 3.1. Metales
 - 3.2. Mangueras y elastómeros
 - 3.3. Materiales (pinturas, recubrimientos y piezas de A.S)
4. Ensayos en motor
 - 4.1. Estudio Emisiones (UCM)
 - 4.2. Ensayo de durabilidad
 - 4.2.1. Fabricación BD5 Idiada
 - 4.4.3. Ensayo en flota EMT

Especificaciones EN 14214 & EN 590

FAME	Unidad de medida	EN 14214		Especificación RD1700/2003	
		Minimo	Maximo	Minimo	Maximo
Número de cetano		51,0		51,0	
Densidad 15°C, ASTM-D-4052, g/cm ³	kg/m ³	860	900	820	845
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	% m/m				11
Contenido en azufre	mg/kg		10		50 (1)
Curva de destilación	°C				
95% vol. recogido					360
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	3,50	5,00	2,00	4,50
Punto de obstrucción filtro frío:	°C				
Invierno (1 oct.-31 marzo)			-10		-10
Residuo Carbonoso (sobre 10% v/v final residuo de destilación)	% m/m		0,30		0,30
Acidez, diametro de huella corregido (wsd 1.4) a 60°C	mg				460
Agua	mg/kg		500		200
Estabilidad a la oxidación	g/m ³				25
Estabilidad a la oxidación, 110°C	horas	6			

Control en mezclas GO + Biodiesel

Control en mezclas GO + Biodiesel

Mejora en mezclas GO + Biodiesel
AHORRO OBJETIVO

Producto mas higroscópico
(aumento agua → Microorganismos)

Uso del biodiesel: incertidumbres

- Ciertas resistencias de los fabricantes de equipos de inyección aunque paulatinamente desaparecen
- La medida de la estabilidad del FAME no está bien resuelta
- Propiedades especificadas en la EN 590 deben controlarse a la hora de realizar mezclas con diesel

Compatibilidad con pinturas / recubrimientos

- **ENSAYO:**

- Tiempo de inmersión: 1000 horas

- $T^a : 20 \pm 4 \text{ } ^\circ\text{C}$

- **TIPO DE MATERIAL:**

- Pinturas y recubrimientos (Hempadur 15500; Hempadur 15400; Poliester isoftálico reforzado con fibra de vidrio)

- **RESULTADOS:**

- No hay pérdida de adherencia, ni ampollamiento, ni rugosidad

Compatibilidad con metales

METALES EVALUADOS:

- ✓ **Titanio; Acero Inoxidable (AISI-316, AISI-304, AISI-316-IT, AISI-316-L); Estaño; Bronce; Cobre; Aluminio Colado; Aluminio-termister; Latón Estampado; Válvula de venteo de seguridad.**

■ ENSAYO:

→ Absorción atómica con cámara de grafito

■ RESULTADOS:

→ No hay más disolución con el biodiesel

→ Se confirma una mayor sensibilidad al envejecimiento del biodiesel

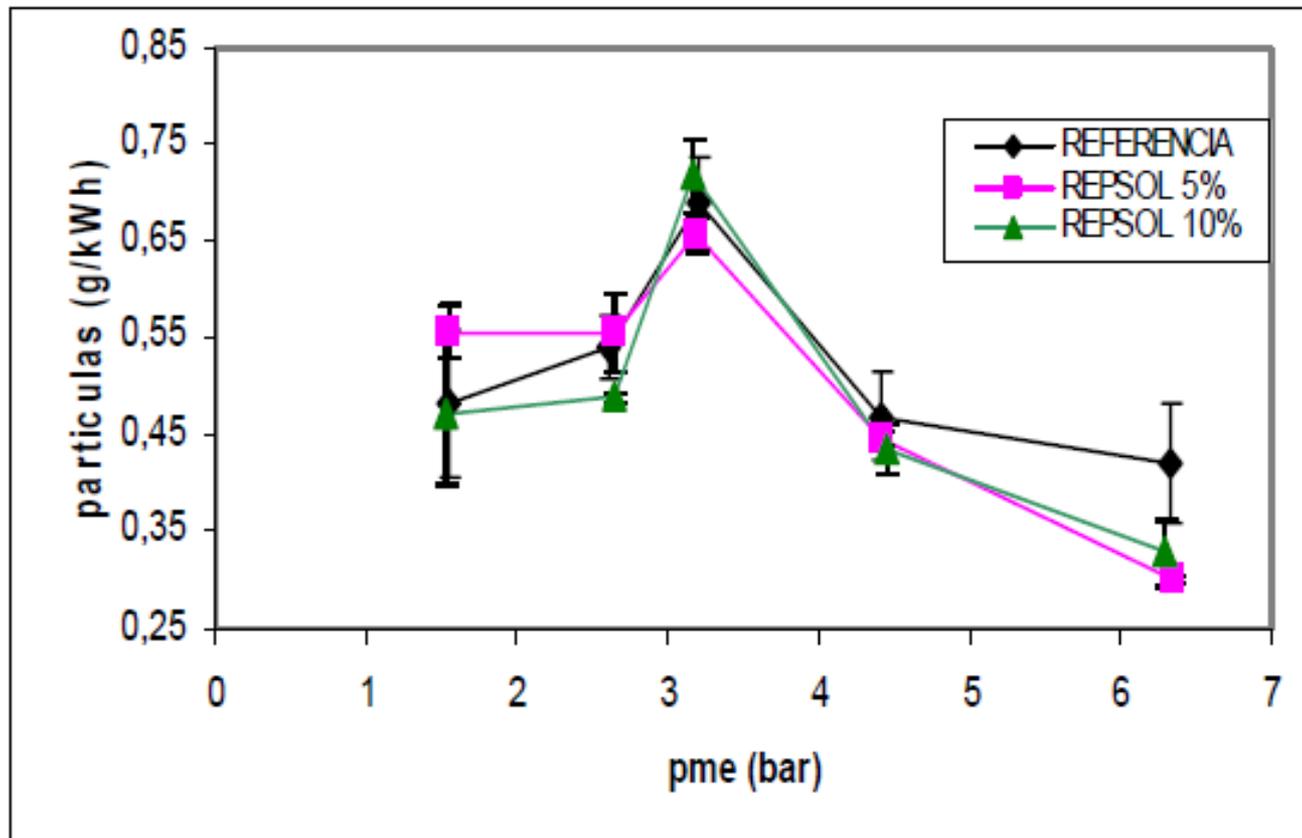
Ensayo de medida de emisiones

Medidas en banco extrapolando el ciclo Europa

- En general los resultados son poco significativos debido a los bajos porcentajes de biodiesel empleados
- Prestaciones en condiciones estacionarias y carga parcial
 - **Ligero incremento del consumo específico debido a la disminución del poder calorífico**
- Emisiones en condiciones estacionarias y carga parcial
 - **En general ligera disminución de emisiones de HC, NOx y partículas**
 - **Partículas: Incremento de la masa soluble y disminución de la insoluble**

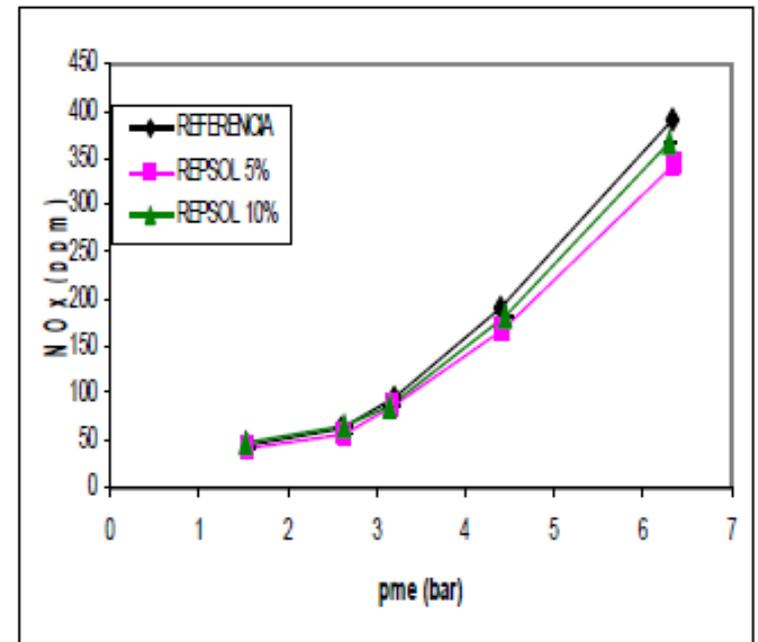
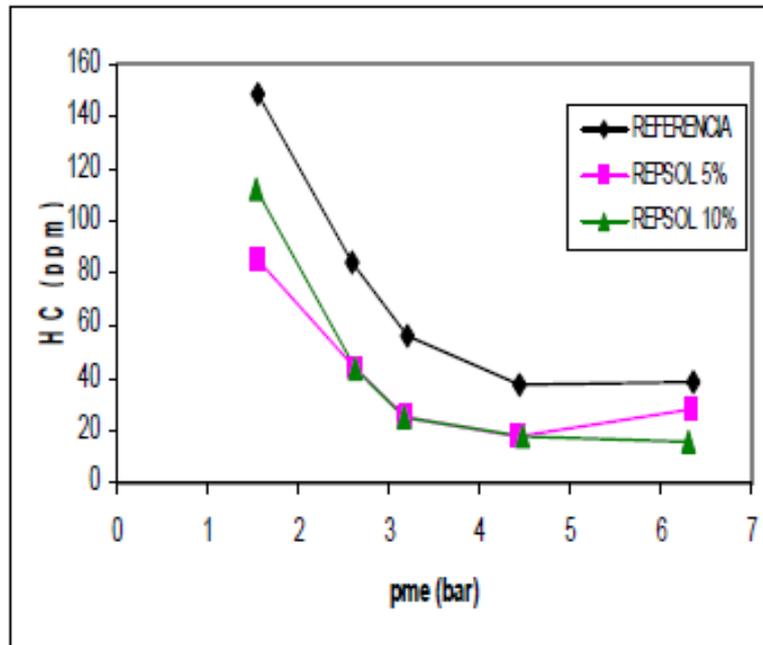
Ensayo de medida de emisiones

- Emisiones de partículas y hollín : Ligera disminución



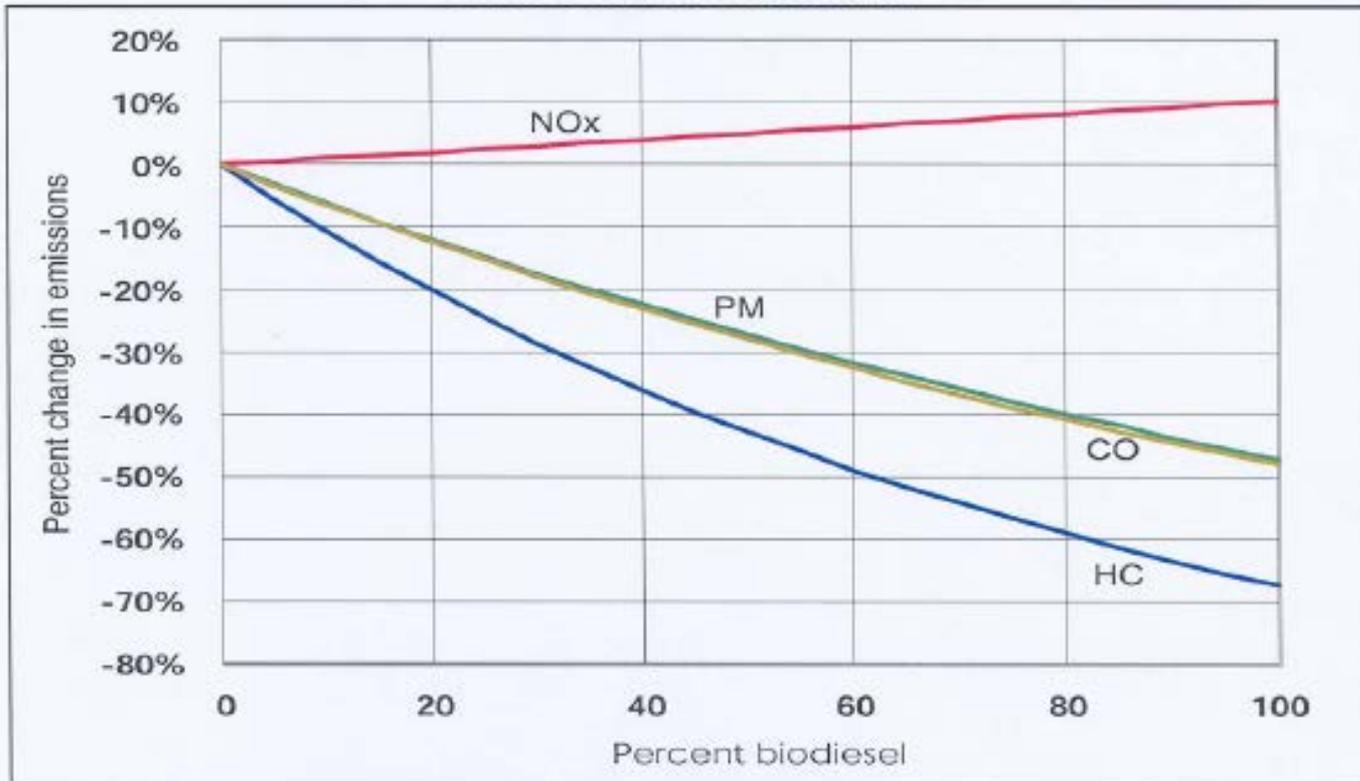
Ensayo de medida de emisiones

- Emisiones de HC y NOx: Ligera disminución



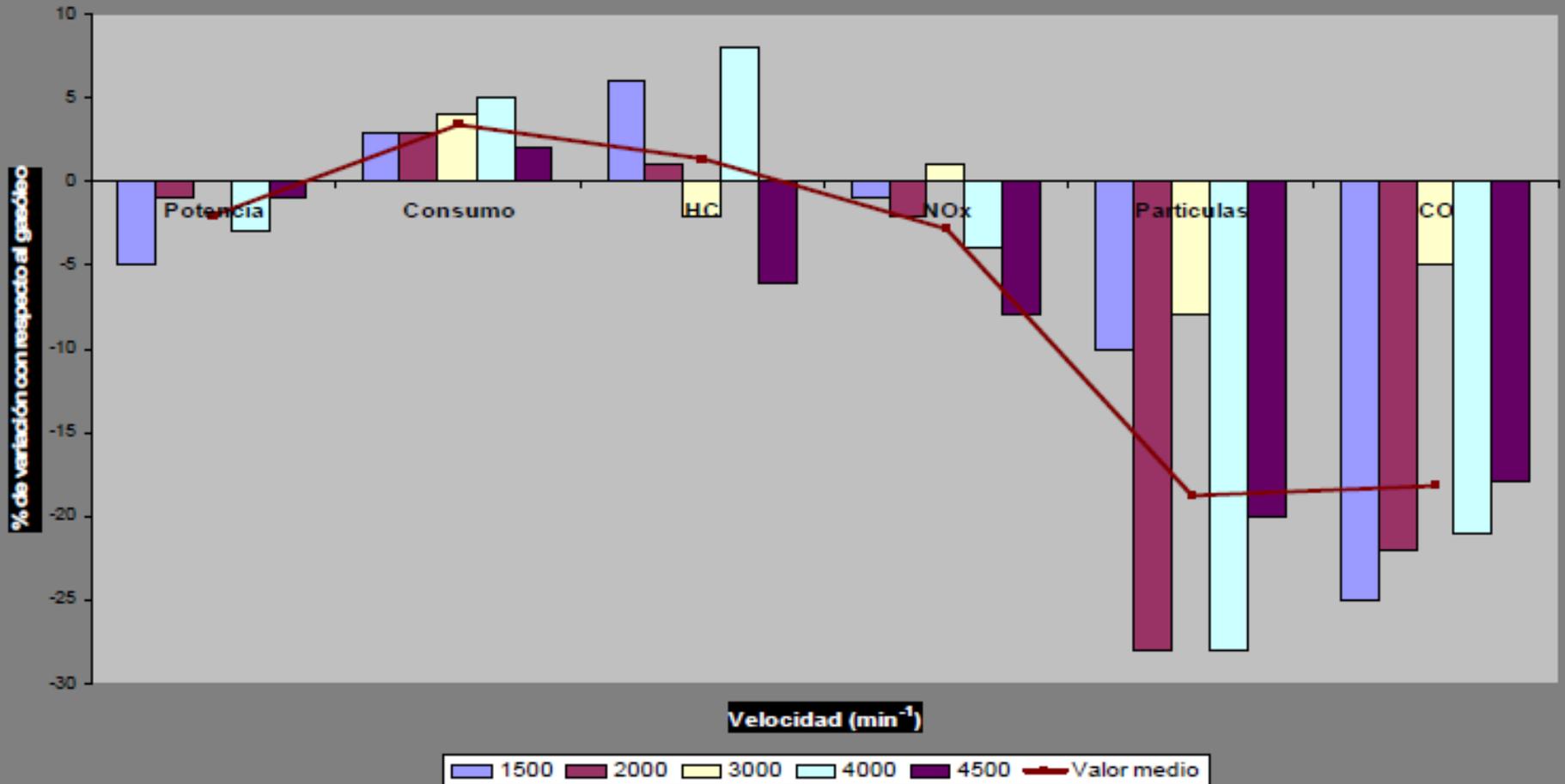
Ensayo de medida de emisiones

Figure IV.A.1-1
Basic emission correlations



Ensayo de medida de emisiones

Biodiesel (30% FAME). Prestaciones y Emisiones



Ensayo duración: prestaciones

DESPUES DE 21500 km Y COSUMIR MAS DE 4000 l
DE BD5:

No se aprecian diferencias en cuanto a prestaciones, emisiones y consumo entre el combustible de referencia y la mezcla con BD.

La opacidad de humos es inferior en el caso de la utilización de BD.

Bioetanol

Propiedades Físico-Químicas

	Etanol	Gasolina	ETBE
Punto de Ebullición (°C)	77,8	26,7-225	72,8
Densidad (Kg/m ³)	794	725-780	745
RVP (KPa)	20	54-78	30
RVP mezcla (KPa)	62-85		
Contenido en energía (MJ/Kg)	26,68	42-44	36,29
% Oxígeno (wt)	34,7	0	15,7
Calor de Vaporización (MJ/Kg)	0,913	0,297	0,31
MON	102	85	102
RON	129	95	118
(R+M)/2	96-113	90	109-113

Fuente : ABENGOA

BIOETANOL



	Gasolina	Metanol CH_3OH	Etanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Butanol $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	MTBE $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	ETBE $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$
Contenido en oxígeno (% en peso)	0	50	34.8	21.6	18.2	15.7
Relación estequiométrica aire/combustible	14.6	6.4	9.0	11.2	11.7	12.1
Densidad (kg/m^3)	730	796	794	811	745	747
Poder calorífico inferior (MJ/kg)	43	19.3	26.8	35.8	35.25	36
Poder calorífico inferior (MJ/l)	31.4	15.5	21.3	29.2	26.3	26.9
Entalpía de vaporización (MJ/kg)	0.311	1.1	0.85	0.43	0.32	0.31
Número de Octano RON	95/98	125	120	96	118	115
Número de Octano MON	85/90	95	99	78	102	100
Temperatura de ebullición (K)	300/453	338	351	390	328	345
Viscosidad cinemática a 20°C (cSt)	0.4/0.8	0.64	1.52	3.64	0.475	-

Bioetanol: normativa

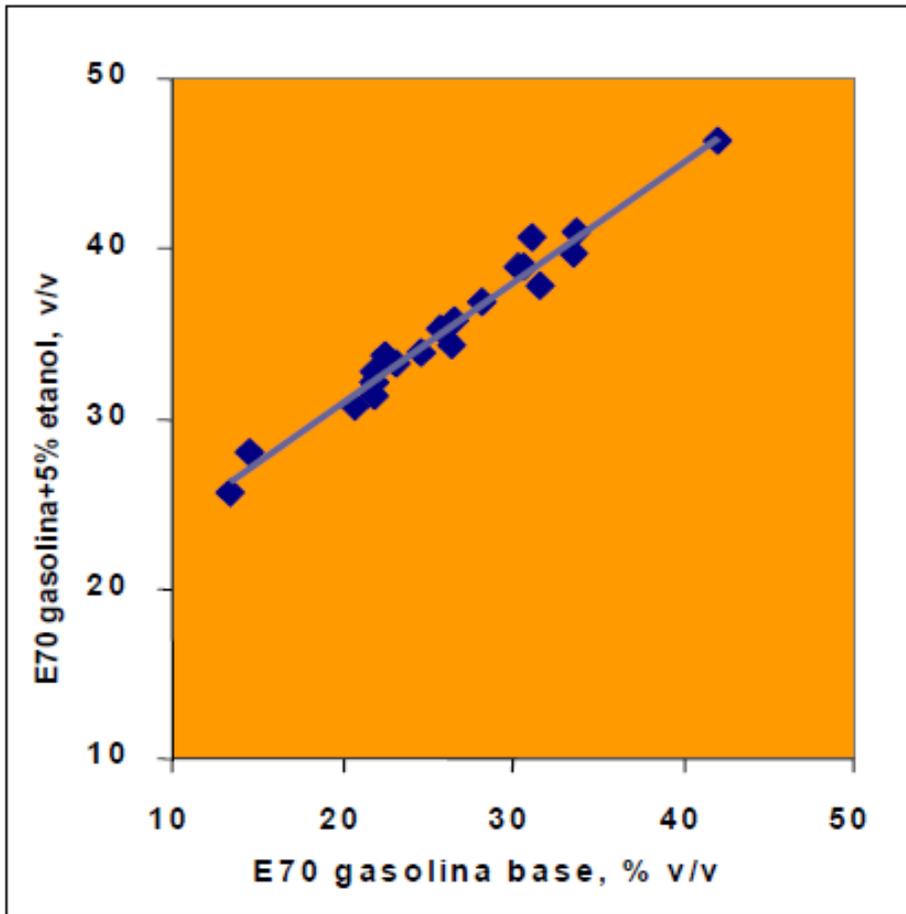
- Prenorma prEN 15376
“Etanol como
componente de mezcla de
gasolinas”

Property	Unit	Limits		Test method ^a
		minimum	maximum	
Ethanol content + higher saturated alcohols	% (m/m)	98,7		EC/2870/2000 – Appendix 2, method B
Higher saturated (C3-C5) mono-alcohols content ^b	% (m/m)		2,0	EC/2870/2000 – method III or EN 13132 or EN 1601
Methanol content	% (m/m)		1,0	EC/2870/2000 – method III or EN 13132 or EN 1601
Water content	% (m/m)		0,3	prEN 15489 ^c
Inorganic chloride content	mg/L		20	prEN 15484 or prEN 15492 ^d
Copper content	mg/kg		0,1	prEN 15488
Total acidity (expressed as acetic acid) ^e	% (m/m)		0,007	prEN 15491
pHe		6,5	9,0	prEN 15490
Appearance		Clear and bright		Visual inspection
Phosphorus	mg/L		0,5	prEN 15487
Involatile material	mg/100ml		10	EC/2870/2000 – method II
Sulfur	mg/kg		10,0	prEN 15485 or prEN 15486 ^d

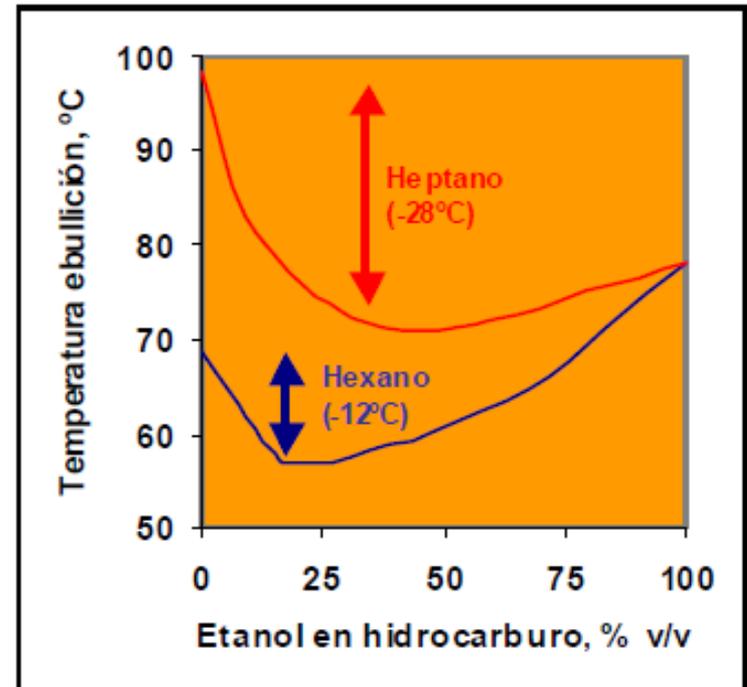
Bioetanol: especificación de gasolinas

Característica	Unidad	Límites EN 228		Límites RD 61/2006
		Mínimo	Máximo	Máx.
Presión de vapor	kPa			
- Verano		45	60	70
- Invierno		50	80	85
Destilación	% v/v			
- E70 verano		20	48	54
- E70 invierno		22	50	56
- E100		46	71	74
Oxigenados	% v/v			
- Etanol			5	> 5 condicionado a cumplir resto de propiedades y etiquetado específico
- Éteres (MTBE, ETBE, etc.)			15	15

Bioetanol: efecto de la volatilidad

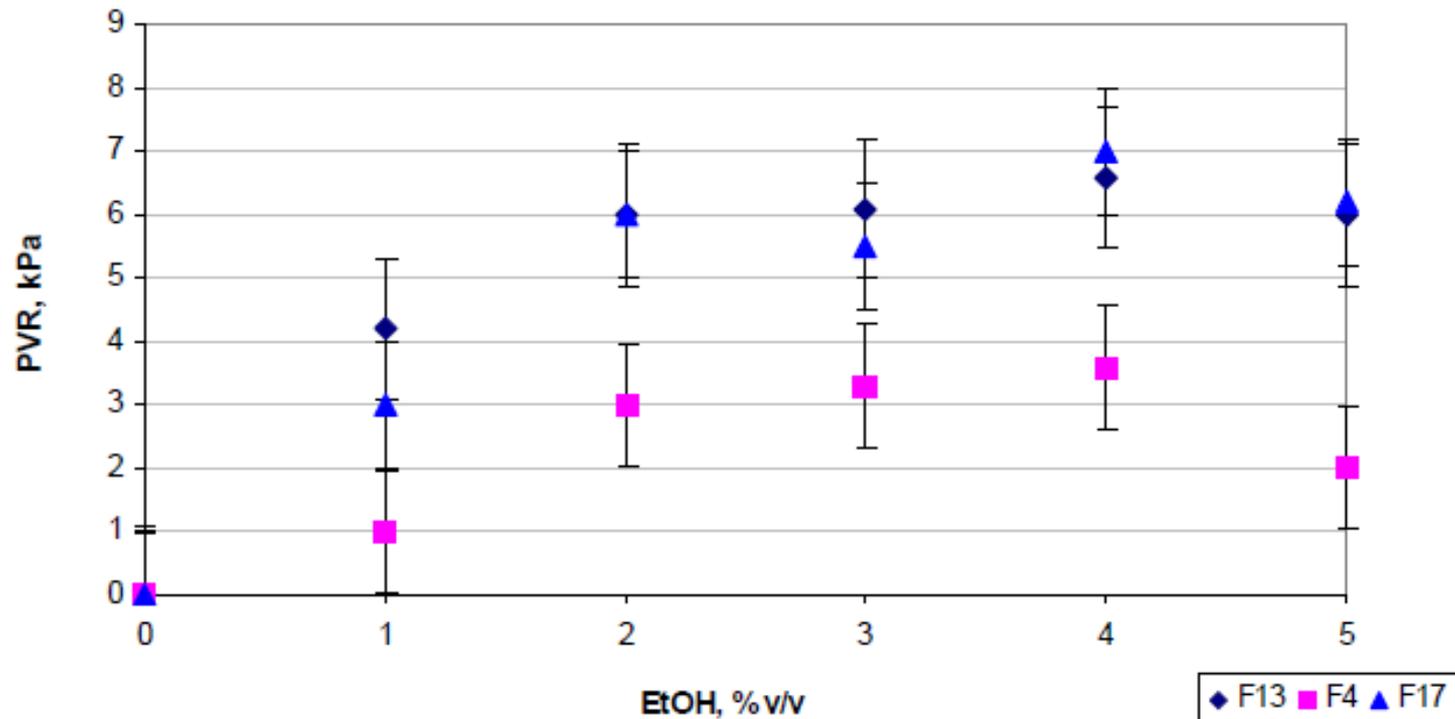


El etanol forma azeótropos con los hidrocarburos, p.e.:



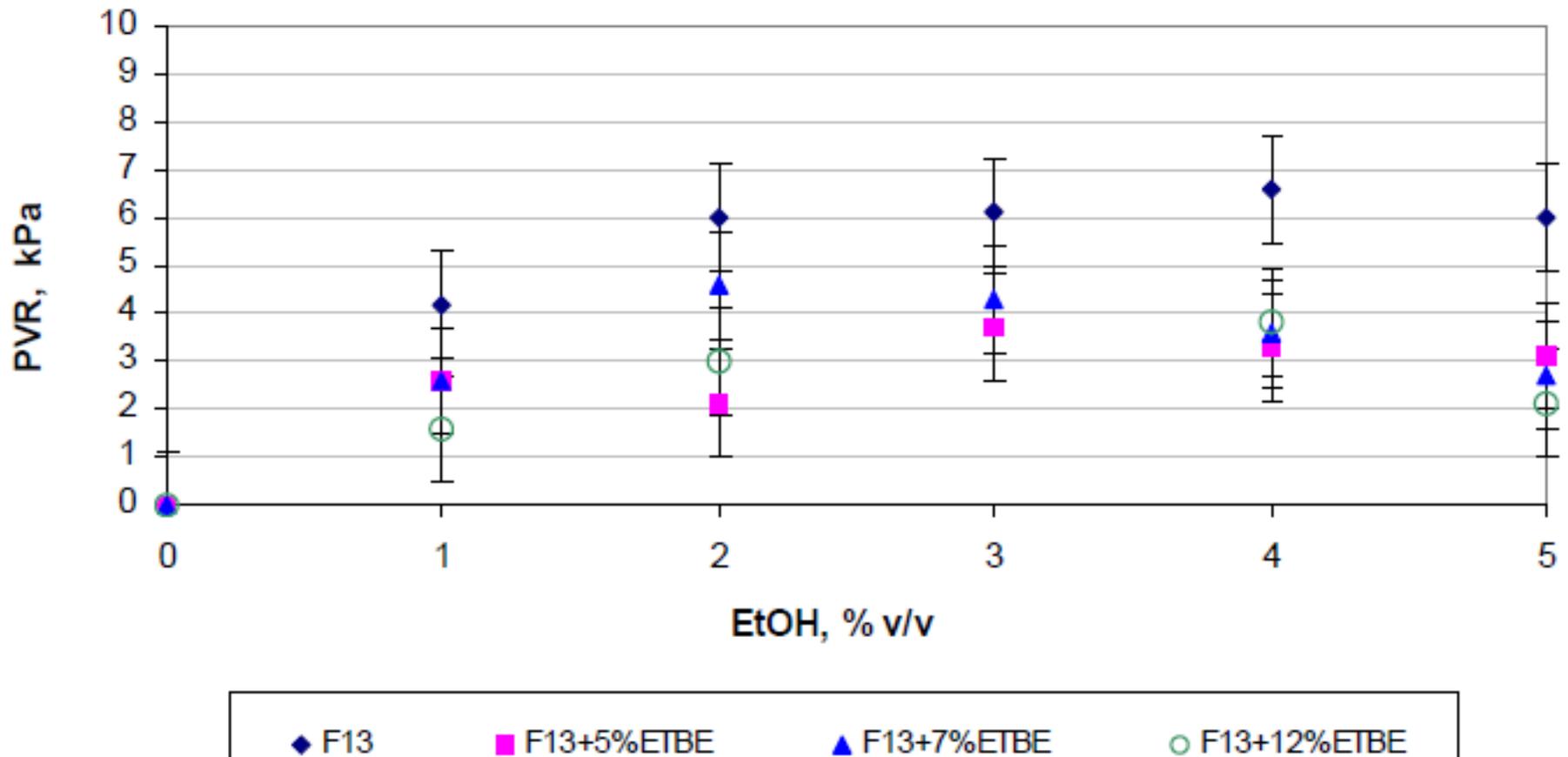
Bioetanol: efecto de la volatilidad vs. etanol

Figura 1. Incremento en PVR producido por el etanol



Bioetanol: efecto de la volatilidad vs. ETBE

Figura 2. Incremento en PVR producido por el ETBE



Bioetanol: efecto de la volatilidad

- ✓ Made in independent laboratory (IDIADA). Seat Toledo Vehicle
- ✓ Temperatures: -10, 35 and 43°C
- ✓ Gasolines of test with the high volatility

	PV (kPa)	E70 (°C)
No bioethanol	51 - 81	22 - 45
With bioethanol	66 - 88	43 - 53

- ✓ In all the cases, characteristics of starting, conduction and described satisfaction of the conductor like excellent with and without bioethanol. To 43°C the expert driver only describes a worse sensation slightly for the most volatile gasolines (more than 75 kPa VP, with and without bioethanol)

Bioetanol: emisiones de gases de escape

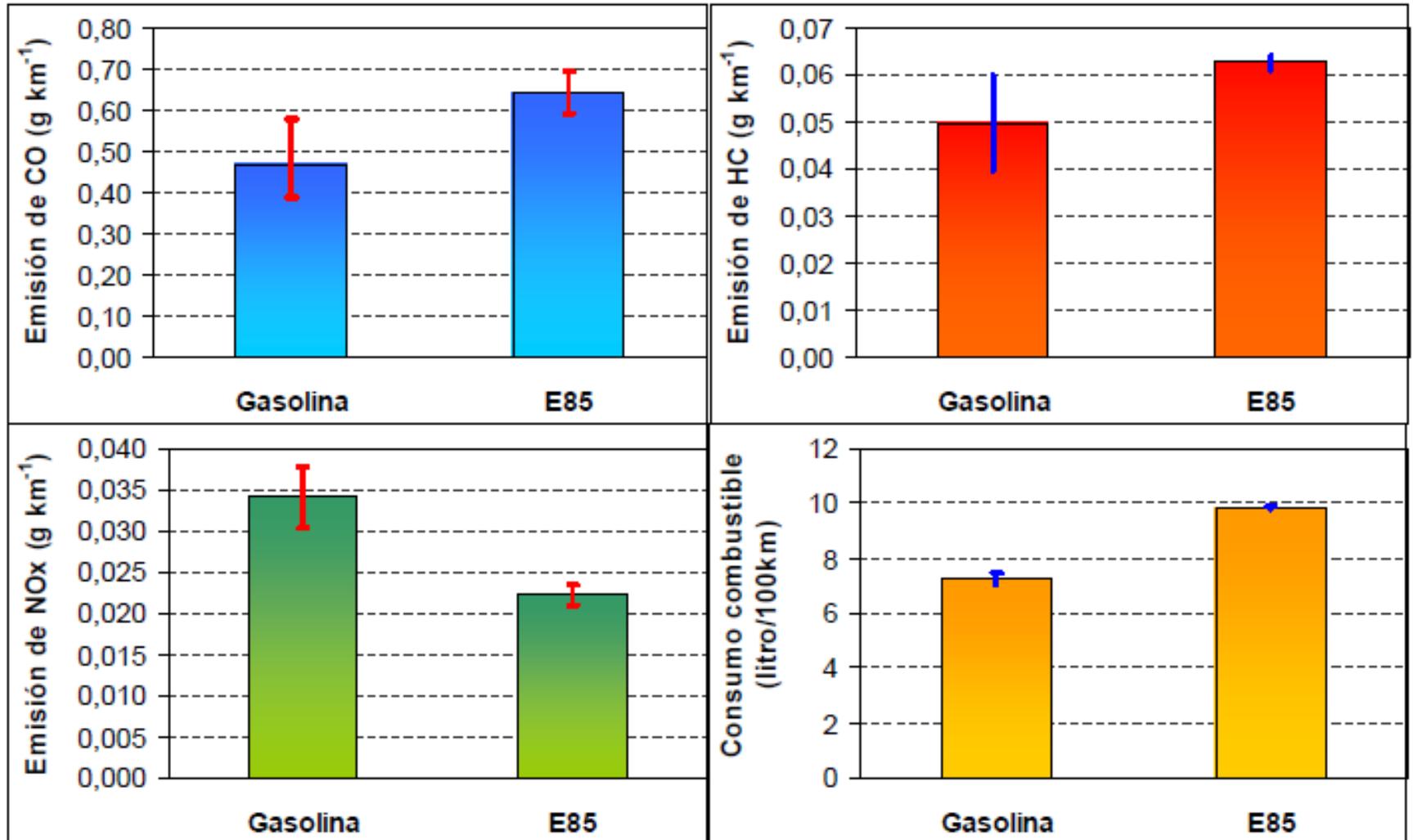
EMISIONES DE GASES DE ESCAPE

Realizados en el INTAET los ensayos de homologación en vehículos con catalizador

- En términos generales, el efecto de formular con 5% de etanol es de igual o menor intensidad que el debido a las variaciones de especificación de las gasolinas
- En detalle el efecto de añadir etanol :
 - ⇒ Disminuye de forma sensible el CO
 - ⇒ Disminuye la emisión de HC
 - ⇒ Aumenta la emisión de NOx

Bioetanol: emisiones de gases de escape

Emisiones en ensayo de homologación (ciclo Europa)



Bioetanol: mezcla directa

BIOETANOL PURO

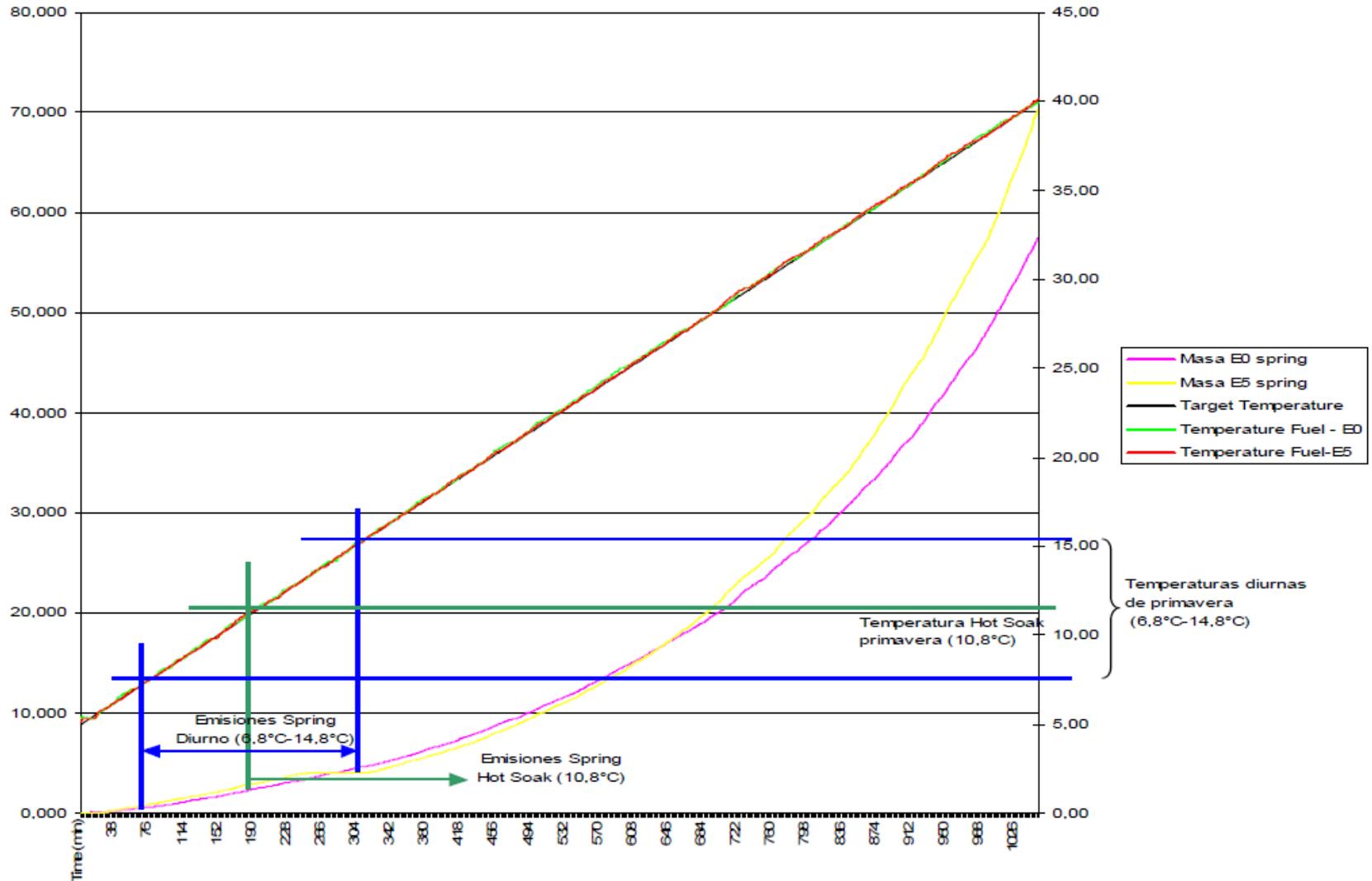
	Bioetanol	Espec. gasolina
Densidad (Kg/m ³)	798	720-775
RON	135	95 min.
MON	105	85 min.
PVR (kPa)	20	70 max.
E70 (%vol.)	0	41 max.

- Alto octanaje
- Baja volatilidad

BIOETANOL EN MEZCLA

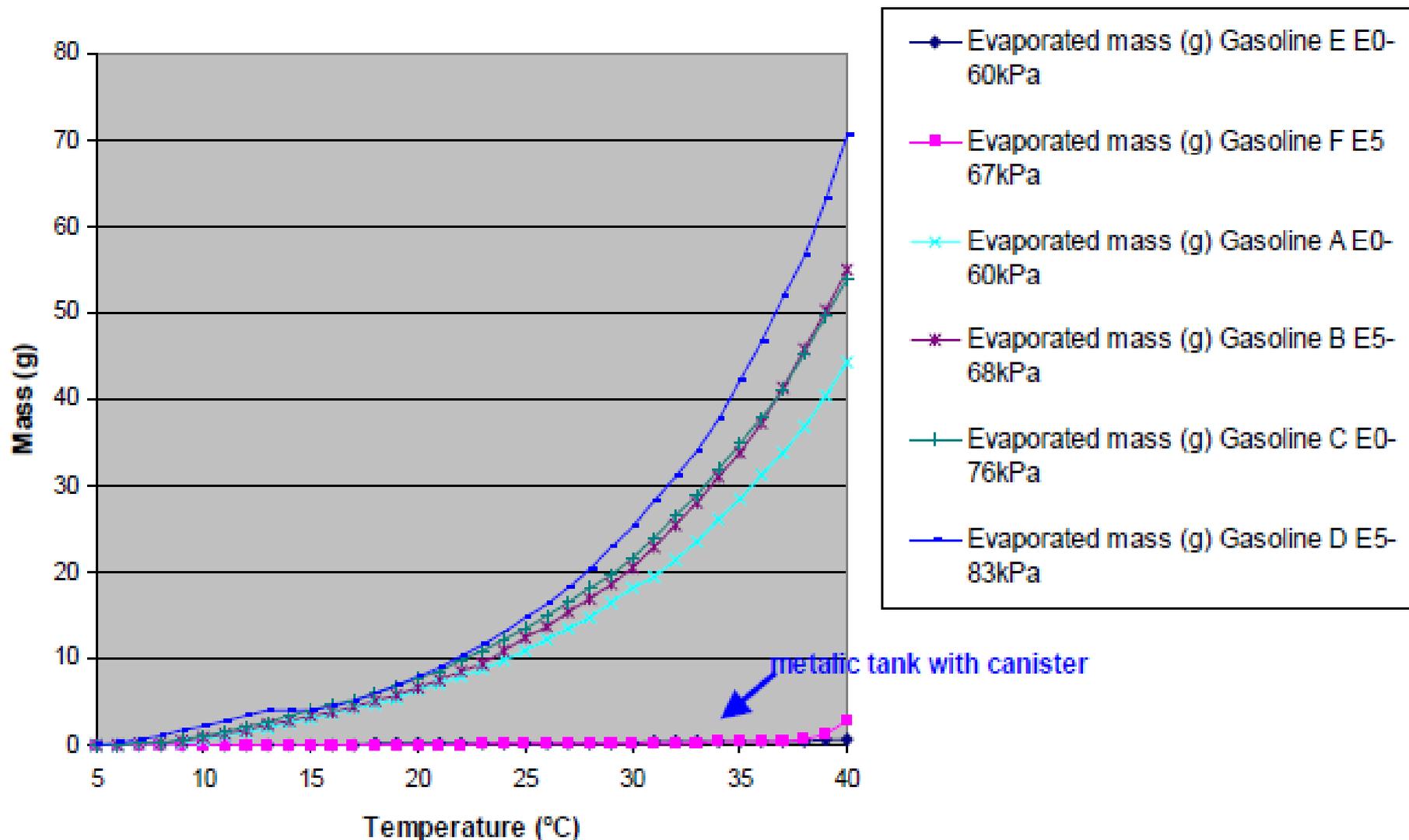
- ✓ Aumento del octano de mezcla muy variable
 - **Depende de otros componentes presentes**
- ✓ Aumenta la volatilidad de la gasolina
- ✓ Forma azeótropos con muchos HC's
- ✓ Avidez por el agua
- ✓ Poder disolvente y corrosividad
 - **Arrastre de "gomas", suciedad**
 - **Incompatibilidad con algunos materiales**

Bioetanol: emisiones por evaporación del tanque de fuel



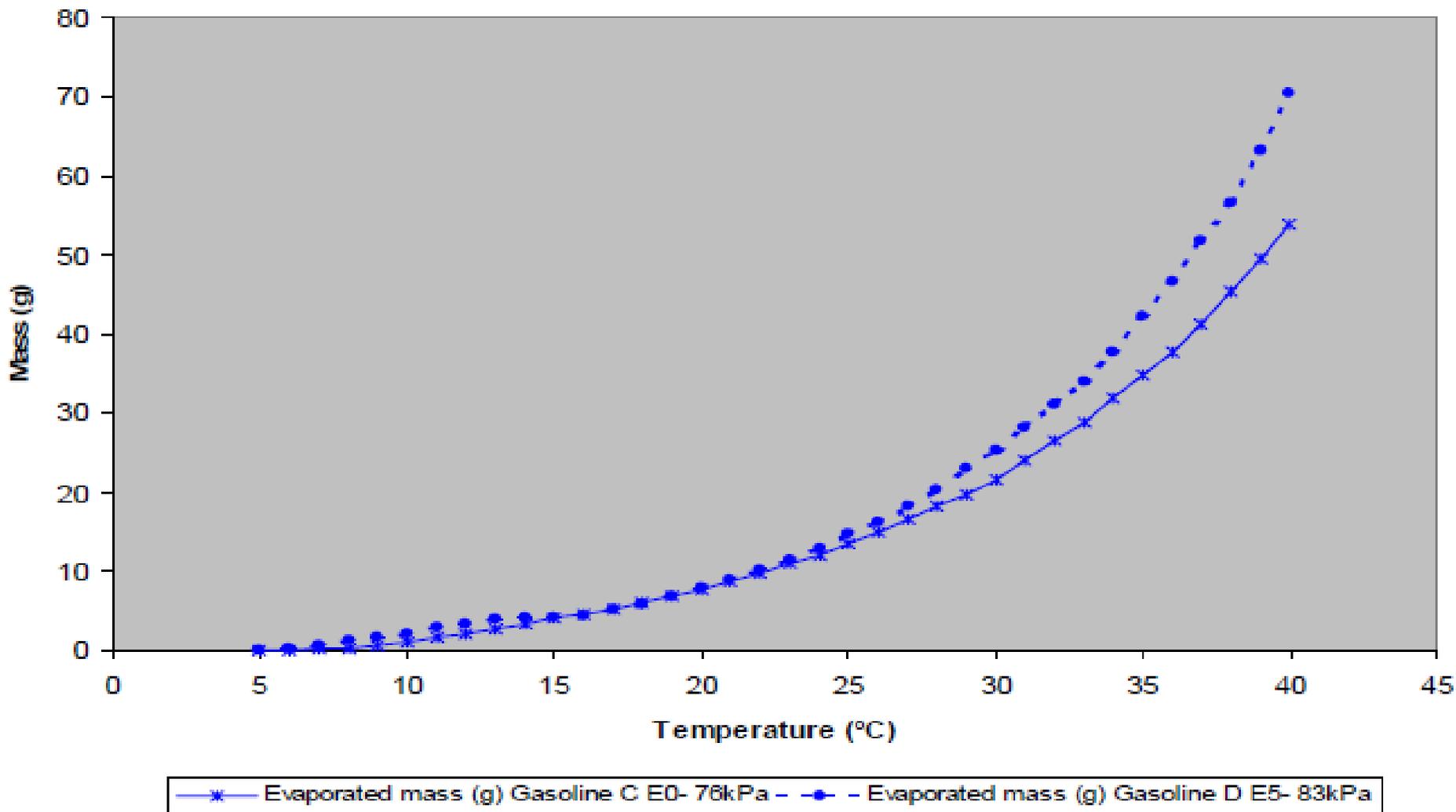
Bioetanol: emisiones por evaporación del tanque de fuel

Evaporated HC from a vehicle tank



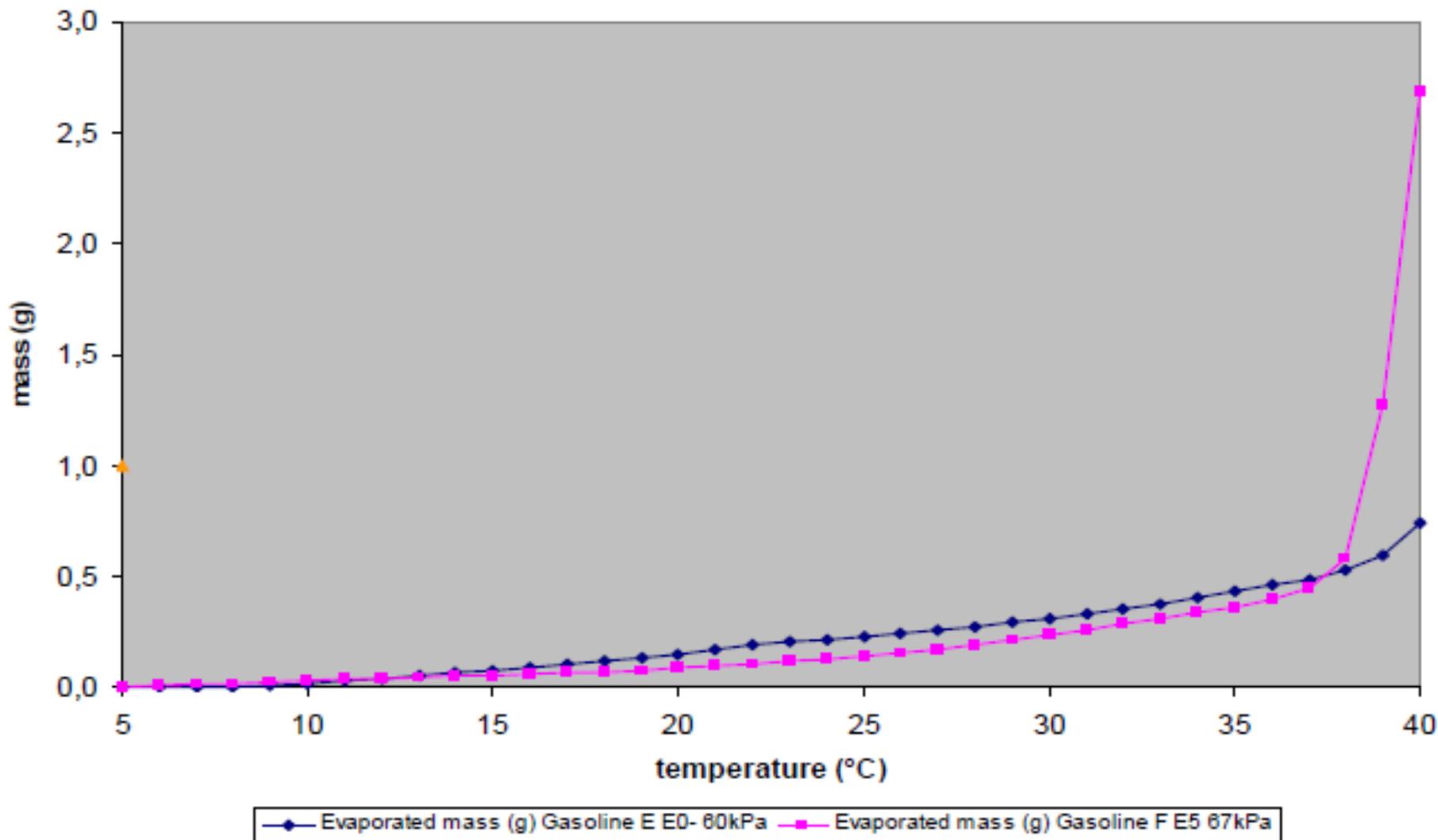
Bioetanol: emisiones por evaporación del tanque de fuel

Evaporated HC from a vehicle tank without canister



Bioetanol: emisiones por evaporación del tanque de fuel

Evaporated mass from a vehicle tank with canister



Bioetanol: emisiones por evaporación del tanque de fuel

1. At low temperatures the test procedure is unable to distinguish between E0 and E5
2. When the temperature increase the evaporative emissions differential increase but not linear
3. Canister is efficient
4. Material is a very important factor

