

Estudio del impacto de mezclas B10 sobre las propiedades de estabilidad del combustible

Carolina Chiozza,

YPF S.A.

silvia.chiozza@ypf.com

Sinopsis

En la Argentina la incorporación de los Biocombustibles en los combustibles fósiles ha comenzado en el 2010 por medio de un Régimen de Promoción tendiente a favorecer el desarrollo de las economías regionales y diversificar la matriz energética, enmarcado en la Ley 26.093 de 2006.

El porcentaje de mezcla de Biodiesel en el Gasoil se ha ido incrementando en el tiempo desde su implementación, alcanzando actualmente el 10%vol.

En términos de calidad de combustibles el aumento del biocomponente, ha supuesto para los OEM's y para la industria petrolera, una serie de desafíos técnicos que deben ser superados como mantener el correcto funcionamiento de los vehículos y adecuadas las propiedades fisicoquímicas de las mezclas GO/Biodiesel.

Además de las preocupaciones referidas a la compatibilidad de materiales, la higroscopicidad del biodiesel, la formación de depósitos y lacas en el sistema de inyección; la estabilidad del combustible ha pasado a ser el centro de atención de ambas industrias.

El estudio de la estabilidad sobre mezclas B10 se ha desarrollado en laboratorio sobre mezclas de Gas Oil Grado 3 (Ultra bajo azufre) y en campo sobre vehículos alimentados con el mismo combustible.

La metodología de la prueba ha evaluado la Estabilidad de las mezclas almacenadas durante seis meses a través de los ensayos Estabilidad a la Oxidación (EN 15751), Índice de Acidez (ASTM D 974) y Contenido de Hidroperóxidos (ASTM D 3703).

En la prueba de campo se ha monitoreado la degradación del combustible sobre muestras extraídas de vehículos dejados en reposo por períodos entre seis y doce meses.

De acuerdo a estas experiencias se observa cómo impacta el mayor porcentaje de biodiesel en las mezclas finales sobre las propiedades evaluadas. También se hace referencia a las mejores prácticas a tener en cuenta en la cadena de elaboración, distribución y uso final, para asegurar la integridad del producto.

1. Introducción

En el mundo actualmente se encuentra muy difundido el uso del biodiesel con el fin de incluir un porcentaje de la composición de combustible a partir de fuentes renovables, satisfaciendo diversas legislaciones.

En Latinoamérica, las mezclas de diésel convencional con Biodiesel presentan variaciones como se observa en la tabla:

	Diesel/ Especificaciones por Países 2015								
	Argentina	Brasil	Chile	Colombia		Urugua	Perú	Paraguay	Venezuela
Contenido de Biodiesel, %vol	10,0	7,0	0 (no agrega)	10,0	8,0	máx. 7	5,0	0 (no agrega)	10,0

En Europa, la norma EN 590 permite el uso de hasta 7,0%vol (B7), sin embargo el CEN está trabajando en el proyecto de un nuevo estándar para B10 que se encuentra en revisión. Un detalle por países se puede observar en la figura 1.

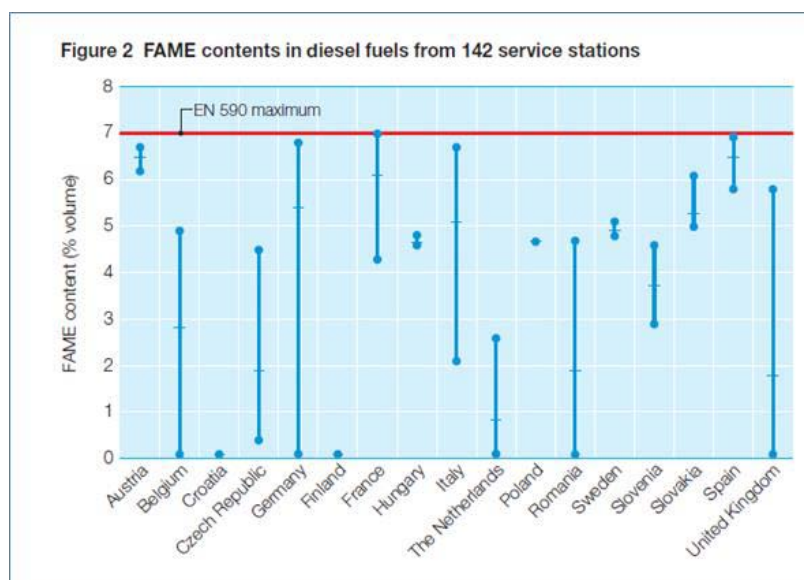


Figura 1- Contenido de Biodiesel en combustible diésel (1)

En Estados Unidos, la norma ASTM D 975 permite hasta 5,0%vol, mientras que la ASTM D 7467 publicada en 2008, permite niveles de Biodiesel entre 6,0 y 20,0%vol.

En Argentina, con el objetivo de diversificar la matriz energética, entre otros factores político-económicos, a partir de Agosto de 2010, se aumentó el corte obligatorio de Biodiesel en el Gas Oil en el mercado interno de 7,0 al 10,0%vol.

Si bien es conocido que el Biodiesel es beneficioso para el medioambiente (reduce las partículas de gases de escape y las emisiones de dióxido de carbono del pozo a la rueda, comparado con el diésel convencional), posee inherentemente pobre estabilidad a la oxidación debido a la naturaleza de su composición química.

La mayoría de los FAME contienen dobles enlace carbono-carbono en su estructura química que se oxidan fácilmente después de la producción, durante el almacenamiento y en el uso del

combustible. Tales reacciones de oxidación pueden ser inhibidas por el uso de aditivos antioxidantes, como el BHT, cuando se mezcla y distribuye el Biodiesel combustible.

Este nuevo escenario motivó a la realización de una serie de pruebas para la validación del combustible suministrado al mercado.

En el marco del Programa de incremento de la mezcla de Biodiesel al 10% impulsado por el gobierno, los fabricantes de automóviles planificaron los ensayos de homologación sobre distintos tipos de vehículos mediante ensayos estáticos (almacenamiento de larga duración) y dinámicos (rodajes de durabilidad), en banco motor y de compatibilidad de materiales con el uso de B10 Grado 2 (alto azufre) y Grado 3 (ULSD) (2).

Por su parte YPF, evaluó el impacto del incremento al 10%vol del porcentaje de Biodiesel en el Gas Oil Grado 2 y 3 sobre las propiedades de desempeño con el fin de garantizar la calidad del combustible ofrecido al mercado.

El presente trabajo se enfoca a la experiencia realizada sobre el Gas Oil ULSD debido a que la información disponible sugiere que el impacto del aumento del Biodiesel puede exacerbarse con este tipo de combustible (3). La composición del Gas Oil ultra bajo azufre implica menos componentes polares, menor contenido de Aromáticos y Olefinas, menor densidad, disminución de estabilizantes y biocidas naturales, mayor cantidad de HC saturados, mayor captación de agua. Tales variaciones en la composición impactan en propiedades de desempeño del combustible como:

- Estabilidad en el almacenamiento
- Lubricidad
- Conductividad
- Corrosión
- Desarrollo microbiano
- Desempeño a baja temperatura

Polímeros y compuestos de degradación insolubles producto del envejecimiento pueden conducir a la obstrucción del filtro y depósitos que se dan en cualquier parte del sistema de combustible de vehículos (3). Las consecuencias más probables son el taponamiento de filtro y depósitos internos y externos del inyector, donde las altas temperaturas pueden causar una reacción del material orgánico. La formación de productos ácidos puede afectar a la durabilidad y también puede causar problemas de compatibilidad de materiales en algunos casos.

La causa más importante de problemas de estabilidad es la reacción del Biodiesel o diésel con el oxígeno disuelto, en un principio resultando en la formación de peróxidos. Estos peróxidos sufren una transformación posterior para producir alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. Para combatir estos efectos, es esencial que un nivel suficiente de estabilidad del combustible sea establecido durante los constantes procesos de desarrollo de estándares en curso de todo el mundo.

Para asegurar la calidad del combustible mezcla de Biodiesel (BX), se están introduciendo requisitos adicionales de estabilidad de oxidación en las especificaciones de combustibles terminados en algunas regiones. La norma europea para B7 requiere un período de inducción mínimo de 20 horas por el método Rancimat modificado. Como parte de un estándar obligatorio para B5, Japón requiere tanto un Delta TAN máximo de 0.12 mg KOH/g, o mínimo 65 minutos en el método PetroOXY. (El método Delta TAN mide el valor de ácido antes y después del envejecimiento por ASTM D2274 (@ 115 ° C); el crecimiento del valor de ácido es reportado como Delta TAN). Europa y Japón están trabajando para armonizar el método de ensayo de estabilidad a la oxidación mediante la introducción del método PetroOXY con el objetivo de acortar la duración del ensayo y mejorar la repetibilidad de los resultados. Esta investigación puede conducir a futuras

revisiones en el requerimiento de oxidación y del método de ensayo para los combustibles mezclados con Biodiesel (4). En Argentina, la definición de calidad de BX no contempla el requisito de estabilidad a la oxidación, no obstante limita el Número de Ácido a menos de 0,5 mg KOH/g. En la Tabla 1 se exhiben algunos requisitos de estabilidad del combustible incluidos en especificaciones internacionales.

Tabla 1: Especificaciones internacionales de calidad de combustible BX

	US	UE	Industria Automotriz
Propiedades	ASTM D7467 (S15)	EN 590	WWFCH (5a Ed.-categ.4)
Contenido de Biodiesel, %vol.	6,0 - 20	máx. 7,0	máx. 5
Número de Ácido ASTM D664, mg KOH/g ¹	máx. 0,3	–	máx. 0,08
Estabilidad a la oxidación: ASTM D2274, g/m3	–	máx. 25	máx. 25
Rancimat modificado (EN 15751), horas	mín. 6	mín. 20	mín. 35
Delta TAN (ASTM D664 y 2274 modificado), mg KOH/g	–	–	máx. 0,12
PetroOxy (EN 16091), minutos	–	–	mín. 65

¹Límite Argentina: máx. 0,5 mg KOH/g.

2. Desarrollo

El estudio consistió en la elaboración de un combustible de ensayo B10 formulado con Gas Oil Grado 3 (ULSD) de acuerdo a la especificación que se muestra en la tabla A-1 del Anexo. El combustible fue formulado con Gas Oil Grado 3 Base (B0) mezclándolo con 10,0%vol de Biodiesel de soja suministrado por un proveedor habitual de producto cumpliendo con la especificación legal establecida en la Resolución SE 828/2010. En la tabla A-2 del Anexo se encuentran la Especificación de B100 y la caracterización del mismo.

La metodología de la prueba ha evaluado la estabilidad o grado de envejecimiento del combustible a través del almacenamiento de larga duración simultánea en laboratorio y en vehículos, monitoreada mediante los ensayos Estabilidad a la Oxidación (EN 15751), Índice de Acidez (ASTM D664) y Contenido de Hidroperóxidos (ASTM D3703).

En el ensayo con vehículos, se utilizaron dos modelos comerciales livianos de diferente fabricante. Ambos con sistema de inyección de combustible tipo common rail. La degradación del combustible fue monitoreada sobre muestras extraídas en la línea de combustible, antes del filtro, en vehículos dejados en reposo por períodos entre seis y doce meses.

La metodología de la prueba consistió en cargar el tanque del vehículo con 20 litros del combustible a ensayar. Luego se sometió a un estrés térmico en un dinamómetro a altas revoluciones durante 1 hora. Posteriormente se llevó el vehículo a una playa de estacionamiento en condición de pre-venta durante 6 meses en un caso y 12 meses en otro y no se volvió a poner en marcha hasta observar degradación del combustible, el cual se muestreó periódicamente cada 30 días. La tabla A-3 del anexo muestra las condiciones climáticas registradas durante el ensayo.

En el ensayo en laboratorio, se monitorea la calidad de B10 Grado 3 (combustible de Referencia) sobre una muestra del mismo combustible utilizado en los vehículos y conservada durante seis meses en un bidón plástico a la temperatura ambiente del recinto.

Figura 2: Cronograma de ensayos

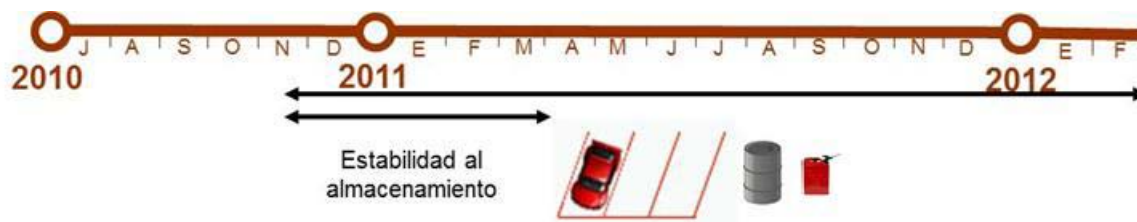


Figura 2: Cronograma de ensayos

Resultados:

Estabilidad a la oxidación (Rancimat modificado):

Se determina la estabilidad del combustible a través de la medida del período de inducción hasta las 48 horas. Una corriente de aire purificado se pasa a través de la muestra calentada a una temperatura de 110 °C. Durante el proceso de oxidación se forman compuestos volátiles. Los vapores liberados en el proceso de oxidación, junto con el aire, pasan a un matraz que contiene agua desmineralizada o destilada y un electrodo para la medida de la conductividad. El electrodo está conectado a un dispositivo de medida y registro. Este dispositivo indica el final del periodo de inducción cuando la conductividad comienza a aumentar rápidamente. Este incremento acelerado es debido a la disociación de los ácidos carboxílicos volátiles generados durante el proceso de oxidación y absorbidos en el agua.

Los productos de oxidación pueden ser precursores de la formación de varios ácidos o polímeros, que en una concentración lo suficientemente alta, puede causar depósitos en el sistema de combustible y provocar obstrucción de filtro y mal funcionamiento del sistema de combustible.

Los resultados obtenidos de la Estabilidad a la Oxidación se muestran en la Tabla 2 y en la Figura 3. La muestra en el tiempo cero del vehículo corresponde a la extraída del filtro de combustible luego del estrés térmico.

En todas las muestras se observa la misma tendencia de caída de estabilidad, aunque las correspondientes a los vehículos presentan una marcada reducción en el valor de la propiedad, debida probablemente a factores como el sometimiento al estrés térmico, el contacto con el oxígeno y con componentes del sistema de inyección del combustible que aceleran el envejecimiento del combustible.

Si bien el límite de 20 horas se establece en el punto de entrega del combustible, el seguimiento de esta propiedad en la muestra de vehículos brinda información del grado de oxidación que sufre el producto en la condición de uso particular del ensayo.

Tabla 2: Resultados de Estabilidad a la Oxidación

Duración, meses	Estabilidad a la Oxidación (EN 15751), hs		
	Referencia	Muestra vehículo 1	Muestra vehículo 2
0	35,6	16,0	16,1
1	29,7	4,5	4,87
2	24,5	4,2	0,36
3	22,1	2,3	0,13
4	20,9	1,6	0,13
5	19,4	0,16	0,10
6	18,5	0,15	0,10
12	10,3	0,15	

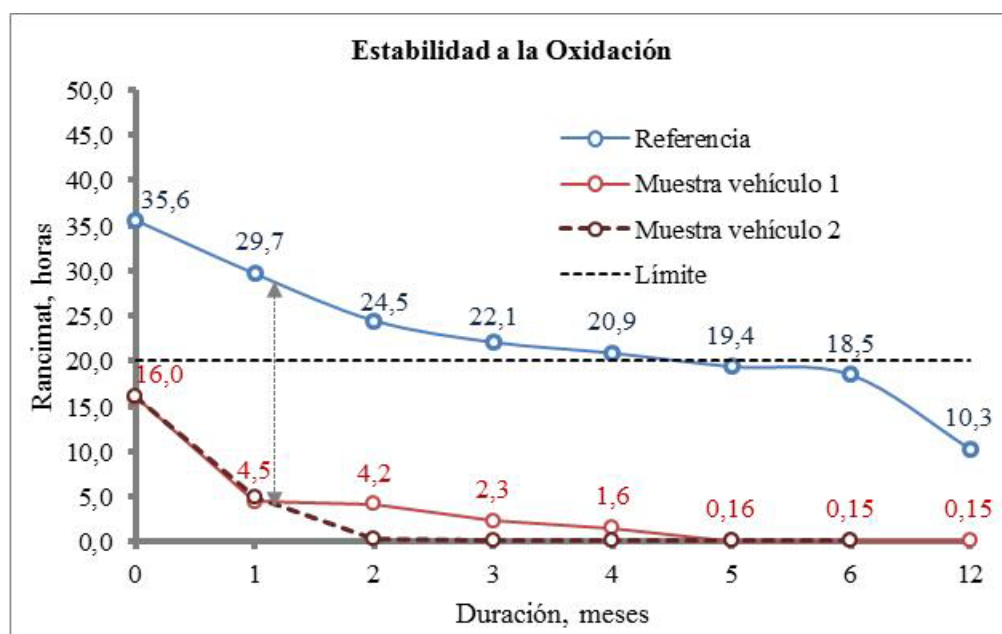


Figura 3: Estabilidad a la oxidación del B10 medido a través del método EN 15751 vs. Duración de la prueba.

Número de Ácido:

El número ácido se utiliza para determinar el nivel de ácidos grasos libres o ácidos de proceso que puede estar presente en el aceite combustible biodiesel o diésel cuando se produce, o los que forman con el envejecimiento. El biodiesel que se mezcla con un índice de acidez alta ha demostrado que aumenta los depósitos en el sistema de abastecimiento de combustible y puede aumentar la probabilidad de corrosión (5).

En la Tabla 3 se pueden ver los resultados de acidez. En las muestras del vehículo 1 no se observaron variaciones significativas. En el vehículo 2, si bien se observa un incremento en la acidez, los valores encontrados no representan críticos para el desempeño.

Tabla 3: Resultados de Número de Ácido

Duración, meses	Número de ácido (ASTM D664), mgKOH/g		
	Referencia	Muestra vehículo 1	Muestra vehículo 2
0	0,05	0,05	0,07
1	0,05	0,03	0,10
2	0,05	0,05	0,11
3	0,04	0,04	0,11
4	0,05	0,04	0,13
5	0,05	0,05	0,14
6	0,04	0,05	0,13
12	0,05	0,05	

Contenido de Hidroperóxidos:

La magnitud del número hidroperóxido es una indicación de la cantidad de compuestos oxidados presentes. El deterioro de los combustibles da lugar a la formación de hidroperóxidos y otros compuestos que transportan oxígeno.

Las muestras fueron extraídas al inicio y al final de la prueba, y una muestra intermedia a los 3 meses fue tomada del vehículo 2.

En la Tabla 4 y figura 4 se muestran los resultados de la evolución del contenido de Hidroperóxidos. Se aprecia un marcado incremento en las muestras de los vehículos, aunque cabe destacar que los valores se encuentran por debajo del límite de precaución recopilado de bibliografía (250 ppm).

Tabla 4: Resultados de Contenido de Hidroperóxidos

Duración, meses	Número de Hidroperóxido (ASTM D3703), mg/kg		
	Referencia	Muestra vehículo 1	Muestra vehículo 2
0	5,4	26,0	10,0
1			
2			
3			43,2
4			
5			
6			123,0
12	11,7	59,5	

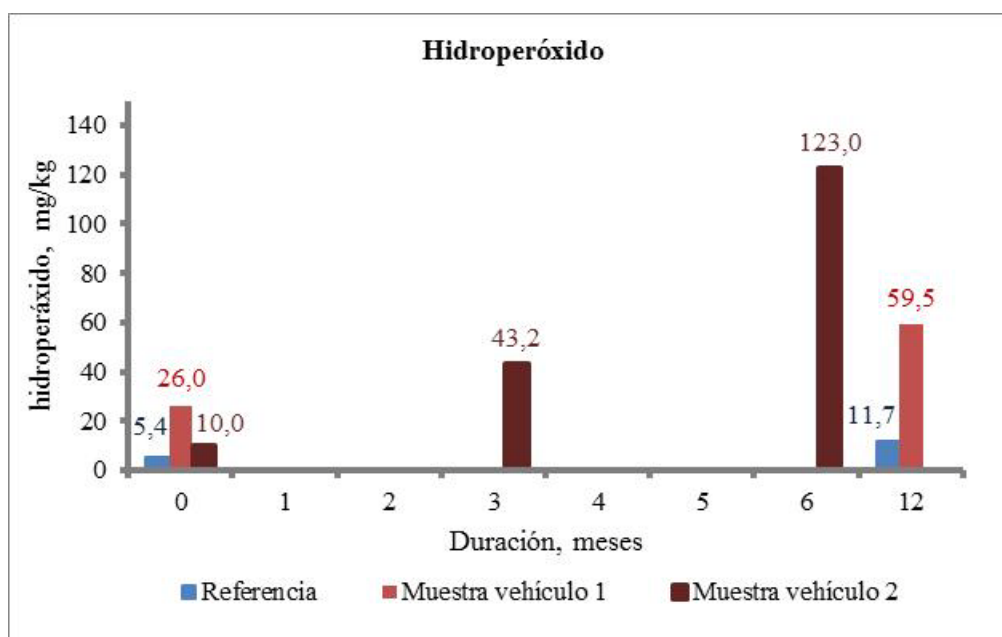


Figura 4: Contenido de hidroperóxido en muestras B10.

Metales:

Se realizó el análisis elemental de metales disueltos al inicio y al final de la prueba.

Las recomendaciones y especificaciones internacionales establecen un límite de 1 mg/kg para las trazas de metales presentes en el combustible diésel. La principal preocupación de la presencia de metales es que pueden contribuir a la formación de depósitos en las superficies internas de los inyectores.

Las muestras para la determinación de metales fueron extraídas al inicio y al final de la prueba en ambos vehículos y una determinación intermedia a los 4 meses de transcurrido el ensayo en el vehículo 2.

En el vehículo 1 se detectó un nivel de cobre que supera el límite recomendado para el combustible en el punto de entrega.

Tabla 5: Resultados de Metales

Duración	Metales, mg/kg			
	Auto 1		Auto 2	
meses	Cu	Zn	Cu	Zn
0	< 0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,2
4			0,29	0,24
6			0,16	0,63
12	1,35	0,7		

3. Conclusiones:

Estabilidad a la oxidación

En los ensayos estáticos se detectó una rápida caída de la estabilidad a la oxidación (Rancimat modificado) luego que el combustible es utilizado bajo determinadas condiciones de funcionamiento. Debido a este cambio observado en la estabilidad, la industria, sugiere la posible aparición de fallas en el funcionamiento de los vehículos y en el comportamiento de sus partes componentes, por lo cual se recomienda ampliar los estudios en este tema en diferentes condiciones de uso del combustible.

Otro aspecto que impacta en la estabilidad a la oxidación del Gas Oil Grado 3 es la eliminación de los antioxidantes naturales que se remueven junto con el azufre en las reacciones de hidrogenación (hidrotratamiento).

Acidez:

Se observó que la propiedad se mantuvo sin variaciones significativas. El límite legal de Acidez en Argentina es máx. 0.5, mientras que la WWFC limita a máx. 0.08 mgKOH/g su valor.

Hidroperóxidos:

Se observa un significativo incremento al inicio y luego se mantiene el valor durante el transcurso de la prueba. Este parámetro no se encuentra en ninguna especificación internacional. El máximo valor hallado fue de 123 mg/kg.

Metales:

Se detecta la aparición de cobre (Cu) y zinc (Zn) en muestras de vehículos, probablemente proveniente de las conexiones u otros componentes del circuito de combustible. Ambos metales son importantes catalizadores de reacciones de oxidación.

Se recomienda continuar con este tipo de evaluaciones a fin de cuantificar con mayor exactitud el efecto que tendrá en la práctica el comportamiento del combustible B10 en el funcionamiento normal de los vehículos.

Par asegurar el buen desempeño de las mezclas de Biodiesel con diésel (BX) es imperativo que el Biodiesel puro cumpla con los requerimientos de calidad que se encuentren en vigencia y continuar trabajando para determinar si estos límites son adecuados para las últimas tecnologías de motores.

4. Referencias:

- (1) Datos de 142 estaciones de Servicio. Fuente: CONCAWE's market fuel survey: assessing progress in biofuel blending (2012).
- (2) Según la Resolución Secretaría de Energía 1283/2006 (actualizada), el Gas Oil Grado 2 es aquel cuyo contenido de azufre no supera los 500 mg/kg de azufre destinado a zonas de alta densidad poblacional y con máximo de 1500 mg/kg de azufre para el resto del país. El Gas Oil Grado 3 es el combustible diésel con un contenido de azufre menor a 10 mg/kg.
- (3) Effect of in Vehicle Storage on B10 Diesel Quality, A Joint Industry Study CONCAWE, Dec. 2010).
- (4) Worldwide Fuel Charter – Fifth Edition. ACEA; Alliance, EMA, JAMA.
- (5) ASTM D7467.

5. Abreviaturas

ASTM: American Society for Testing and Materials

BX: mezcla al X%vol de Biodiesel en diésel

BHT: butylated hydroxy toluene

CEN: European Committee for Standardization

FAME: Fatty acid methyl ester

OEM: Original Equipment Manufacturer

TAN: Total Acid Number

WWFCH: Worldwide Fuel Charter

ANEXO:

Tabla A-1: Especificación y análisis de laboratorio del Gas Oil B10 Grado 3

ESPECIFICACIÓN B10 Grado 3				
PROPIEDAD	LÍMITES		B10 Prueba Resultados	MÉTODO
	Mín.	Máx.		
Densidad (a 15° C), (g/ml)	0,820	0,845	0,8426	ASTM D1298/4052
Destilación				ASTM D86
10% recuperado	-	245	204,8	
50% recuperado	-	310	275,2	
85% recuperado	-	360	325,4	
Volumen recuperado 250 °C, %V/V	-	< 65	39,0	
Volumen recuperado 350 °C, %V/V	85	-	98,0	
Temperatura de recuperado 95%V/V, °C	-	360	345,3	
Contenido de Azufre, mg/kg	-	10,0	8,0	ASTM D5453/4294/2622
Hidrocarburos aromáticos policíclicos, %m/m	-	11,0	10,5	EN 12916
Contenido Aromáticos Totales , %p/p	Informar		25,4	
Corrosión s/ lámina de Cu (3hs. a 50°C)	-	1	1	ASTM D130
Viscosidad a 40 °C, mm ² /s	2,000	4,500	2,5631	ASTM D445
Índice de Cetano (2 variables)	48,0	-	51,4	ASTM D976 EN ISO 4264/ASTM D 4737
Índice de Cetano (4 variables)	46,0	-	50,2	
Número de Cetano	51,0	-	52,0	ASTM D613
Punto de Inflamación, °C	55,0	-	65,0	ASTM D93
Contaminación Total, mg/kg	-	24	1,54	EN 12662
Contenido de agua, mg/kg	-	200	88	EN ISO 12937/ASTM D 6304
Contenido de Cenizas, %m/m	-	0,01	0,004	ASTM D482
Estabilidad a la Oxidación, mg/100ml	-	2,0	0,2	ASTM D2274
Estabilidad a la Oxidación modificada (115°C), mg/100 ml				ASTM D 2274
<i>DTAN (Variación del Número Total de Ácido)</i>	Informar		0,004	ASTM D664

Estabilidad a la Oxidación (Rancimat modificado), horas	Informar		35,6	ISO 15751
Número de ácido, mg KOH/g	-	0,3	0,046	ASTM D664
P.O.F.F. °C	-	-16	-18	IP 309/ASTM D 6371
Punto de Enturbiamiento °C	-	-5	-10	ASTM D 2500/ASTM D 5771
Lubricidad a 60°C, µm	-	460	230	ASTM D 6079 / ISO 12156-1
Apariencia	Limpio y brillante	-	Limpio y brillante	ASTM D 4176
Contenido de Biodiesel, %V/V	10,0	10,8	10,3	EN 14078
Contaminación por partículas (tamaño de distribución)	Informar		17/15/11	ISO 4407/ ISO 4406
Tendencia al Bloqueo de Filtro, FBT	Informar		1,05	IP 387
Contenido de Metales, mg/kg	Informar		< 0,2	ASTM D 5185/ICP

Tabla A-2: Especificación de Calidad del Biodiesel (B100) y análisis de laboratorio:

PROPIEDAD	Unidad	Resolución SE 828/2010		Resultado análisis	Método
		Mín.	Máx.		
Contenido de Éster	%m/m	96,5	—	98,0	EN 14103
E. M. del Ác. Linolénico	%m/m	—	12	7,6	EN 14103
Densidad 15 °C	g/ml	0,860	0,900	0,8850	ASTM D 1298/ASTM D 4052
Viscosidad Cinemática a 40 °C	cSt	3,5	5,0	4,090	IRAM IAPGA6597/ASTM D445
Punto de Inflamación	°C	120	—	166,3	ASTM D 93
Contenido de Agua	mg/kg	—	500	295	ASTM D 4928
Contenido de Monoglicéridos	%m/m	—	0,80	0,33	EN 14105/ ASTM D 6584
Contenido de Diglicéridos	%m/m	—	0,20	0,09	EN 14105/ ASTM D 6584
Contenido de Triglicéridos	%m/m	—	0,20	0,04	EN 14105/ ASTM D 6584
Glicerina Libre	%m/m	—	0,02	0,002	ASTM D6584 / NF T 60-704
Glicerina Total	%m/m	—	0,24	0,11	
Contaminación Total	mg/kg	—	24	18	EN 12662
Índice de Acidez	mgKOH/g	—	0,50	0,28	ASTM D 664
Estabilidad a la Oxidación a 110°C	horas	8	—	12,6	EN14112
Punto de enturbiamiento	°C	Informar		0	ASTM D 2500
Cold Soak Filterability	Segundos	—	360	241	ASTM D 6751 Anexo A1
Contenido de Azufre	mg/kg	—	10	<10	ASTM D 4294/ D 5453
Metales Grupo I (Na+K)	mg/kg	—	5	<5	EN 14538
Metales Grupo II (Ca+Mg)	mg/kg	—	5	<5	EN 14538
Contenido de Fósforo	mg/kg	—	4	<0,5	EN 14107 / ASTM D 4951
Índice de Yodo	g I ₂ /100g	Informar		129,8	EN 14111
Número de Cetano		45		50,8	ASTM D 613
Residuo Carbonoso	%m/m	—	0,05	0,008	ASTM D 4530
Cenizas Sulfatadas	%m/m	—	0,02	<0,02	ISO 3987

Tabla A-3: Condiciones climáticas del ensayo

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	
Ene	30.5	24.6	18.8	63	15.5	9	7	8	111.2
Feb	28.6	23.3	17.8	68	14	10	6	8	124.7
Mar	26.2	20.6	15.2	73	12.6	11	8	8	127.9
Abr	22.4	16.9	11.6	77	11.1	10	8	8	87.3
May	18.8	13.2	7.8	77	11.3	9	9	6	84.5
Jun	15.4	10.1	5.2	79	11.5	7	12	5	29.6
Jul	14.9	9.9	5.0	78	12.7	8	12	6	46.5
Ago	17.1	11.9	6.7	75	13.7	9	11	7	50.1
Sep	18.8	13.6	7.8	70	16	9	9	6	62.7
Oct	22.2	16.8	11.2	70	15.4	9	9	9	125.5
Nov	25.1	19.8	14.3	68	15	9	9	9	120.0
Dic	28.1	22.4	16.8	64	14.1	8	7	8	90.4

Carolina Chiozza

Licenciada en Química- Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Litoral

YPF S.A. – Analista de Desarrollo de Combustibles