

# EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS SOBRE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL BIODIESEL

Natalia Martínez Gadea,  
Iván Jachmanán\*

\* ijachman@fq.edu.uy  
Laboratorio de Grasas y Aceites,  
Facultad de Química,  
Universidad de la República,  
Av. Gral. Flores 2124, 11800  
Montevideo, Uruguay.

## RESUMEN

Si bien existen numerosas publicaciones relativas a la eficiencia de diferentes antioxidantes sintéticos sobre la estabilidad oxidativa del biodiesel, en la mayoría se han empleado muestras de biodiesel comerciales, las cuales contienen una serie de componentes minoritarios que suelen ser determinantes sobre dicho parámetro (tanto de efecto pro- como antioxidantes).

En este trabajo se extrajeron completamente los antioxidantes naturales y los hidroperóxidos de una muestra de aceite de girasol mediante su pasaje a través de una columna rellena con alúmina activada. El aceite purificado (PSFO) fue transesterificado mediante catálisis química para obtener los ésteres metílicos purificados (PSFO-ME), los que analizados por el método Rancimat a 110 °C presentaron un PI de 1,1 h.

Posteriormente se estudió el efecto sobre la estabilidad de los PSFO-ME al adicionarles los siguientes antioxidantes fenólicos: tert-butilhidroquinona (TBHQ), galato de propilo (PG), galato de octilo (OG), ácido nordihidroguayarático (NDGA), galato de laurilo (LG), butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno alcohol (BHT-OH), BHT y etoxiquina (EQ) a concentraciones de entre 250 y 1000 ppm. Estos antioxidantes mostraron una eficiencia másica decreciente en el mismo orden que se mencionan, mientras que la adición de TBHQ a 250ppm incrementó el PI en un factor de 15.5, la EQ en las mismas condiciones lo hizo en un factor de tan sólo 2.1. En todos los casos el incremento de la concentración de cada antioxidante produjo un aumento en los valores de PI, sin embargo la eficiencia másica se redujo gradualmente en todos los casos.

Los resultados permiten definir recomendaciones, en función del diferente poder antioxidante de cada tipo de compuesto, sobre qué concentración de cada uno utilizar a los efectos de superar el PI mínimo de 6 h establecido actualmente en la normativa o el mínimo de 8h a consideración de la normativa europea.

Palabras clave: biodiesel, estabilidad, antioxidantes, enranciamiento acelerado.

## INTRODUCCIÓN

La oxidación del biodiesel, al igual que la de la mayoría de los compuestos lipídicos en general, es un proceso complejo en el cual juegan un rol decisivo la presencia de un gran número de componentes minoritarios, los que pueden tener un efecto pro- o antioxidante. Algunos de estos compuestos pueden provenir del aceite de partida (pigmentos, antioxidantes naturales, productos de oxidación intermedia) mientras que otros pueden ser incorporados al biodiesel durante su fabricación (trazas de iones metálicos, ácidos grasos libres, humedad, etc) (Mittelbach y Schober, 2003).

Dada la importancia del parámetro de calidad vinculado con la "estabilidad oxidativa" para el biodiesel y los problemas tecnológicos vinculados con el no-cumplimiento del mínimo de calidad requerido (McCormick et al., 2007), este problema ha estado presente tanto en el área académica como en la industria, a los efectos de contar con la información necesaria para aportar soluciones efectivas.

Algunos estudios, sin embargo, indican que un grado de deterioro relativamente bajo, que no involucre modificaciones importantes en las propiedades físicas del combustible (como ser la presencia de hidroperóxidos al inicio de la oxidación) no presenta efectos negativos sobre la operación del motor. En este

sentido se ha investigado el efecto de la utilización de biodiesel con cierto grado de deterioro sobre la eficiencia del combustible y sobre la calidad de las emisiones producidas. Se encontró que la utilización de biodiesel oxidado (Índice de peróxido = 340 meq/Kg) en mezclas B20 mostró un mejoramiento en la calidad de las emisiones, sin variar apreciablemente la eficiencia en la utilización del combustible (Monyem y Van Gerpen, 2001). Otros trabajos demostraron incluso que cuando el biodiesel ha desarrollado un nivel de oxidación incipiente puede presentar un número de cetano superior al del biodiesel original, lo que en términos operativos implica una ventaja dada por una reducción en el tiempo de ignición. Por lo que el mayor problema se relaciona con lo que ocurre cuando el proceso de oxidación continúa hacia una etapa muy avanzada, a partir de la cual la concentración de hidroperóxidos comienza a descender debido a que los mismos reaccionan para originar otro tipo de compuestos. Es típico en la auto-oxidación lipídica que los hidroperóxidos, luego de una etapa inicial en que se acumulan, comienzan a descomponerse generando, entre otras especies, polímeros de alto peso molecular, dando origen a la formación de sedimentos insolubles o gomas. Estos compuestos son responsables de problemas del taponamiento de los filtros de combustible y de la formación de

películas (laqueado) en los componentes de la línea de combustible. Además, los hidroperóxidos son muy inestables y tienden a atacar a los elastómeros con los que entran en contacto. También entre los procesos de degradación puede ocurrir la formación de ácidos grasos libres, cuyo principal inconveniente se relaciona con la aceleración de los problemas de corrosión.

Varias medidas se pueden utilizar para prevenir la oxidación o para reducir su velocidad entre las cuales, obviamente, se incluye evitar el contacto entre el material lipídico con el aire, o con materiales pro-oxidantes, evitar su exposición a elevadas temperaturas y proteger de la incidencia de luz directa. Dado que estas soluciones muchas veces no son posibles o prácticas o incluso pueden no ser suficientes, es de particular interés el uso de aditivos con poder antioxidante, es decir, que participan directamente sobre la cinética del mecanismo de oxidación.

El uso de antioxidantes no previene la oxidación, sólo la retarda hasta que el antioxidante mismo se consume y el proceso de oxidación continúa, por lo que siempre su uso debe acompañarse de las medidas preventivas ya mencionadas.

Los antioxidantes pueden estar presentes naturalmente en los lípidos, como la vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ , en cada caso) o pueden ser agregados, para lo que se usa una serie de compuestos sintéticos.

Los antioxidantes tipo fenoles o aminas contienen un átomo de hidrógeno que puede ser cedido para interrumpir la reacción en cadena, en el caso de los fenoles se convierten en quinonas. Alternativamente pueden reaccionar con el radical libre en una reacción de tipo de adición.

Tanto las características estructurales de un antioxidante como su solubilidad en el producto al que se lo va a utilizar determinan la efectividad del mismo para prevenir los procesos de deterioro. También la efectividad de un antioxidante depende del perfil de ácidos grasos del material sobre el que se lo va a utilizar, la cantidad de antioxidantes naturales presentes en el mismo, así como las condiciones de almacenamiento.

En este trabajo se estudió el efecto de diferentes antioxidantes fenólicos, algunos de uso muy frecuente y otros menos comunes, sobre la estabilidad oxidativa de una muestra de biodiesel de girasol. Dicha muestra fue previamente tratada para eliminar todos los antioxidantes naturales presentes originalmente en la misma, a los efectos de evitar posible sinergismo con los antioxidantes de interés.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Materiales

El aceite de girasol neutralizado y blanqueado (SFO) fue proporcionado gentilmente por la empresa COUSA S.A. (Montevideo, Uruguay).

Los reactivos, estándares, solventes fueron provistos por Sigma-Aldrich, así como los diferentes estándares de antioxidantes utilizados: BHA (95.4%), TBHQ (97.0%), PG (99.1%), OG (95.8%), NDGA (96.4%), LG (97.5%), EQ (91.4%), BHT (99.9%) y BHT-OH (98.9%).

### Métodos

#### Composición en ácidos grasos del aceite

El aceite de girasol se derivatizó a sus correspondientes ésteres metílicos mediante saponificación y posterior catálisis con  $\text{BF}_3/\text{MeOH}$ . Los ésteres metílicos se analizaron por cromatografía de gases en un equipo Shimadzu GC14, equipado con FID y columna capilar SGE BPX-70 (25 m  $\times$  0.5 mm  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$ ). La temperatura del horno se programó de 160°C a 230°C, a una velocidad de calentamiento de 4°C por minuto. Se utilizó nitrógeno como gas portador a una presión de 50 kPa en la inyección y una relación de split 100:1.

#### Purificación del aceite de girasol

Se aplicó un método de purificación para remover totalmente los antioxidantes naturales del aceite, así como también los hidroperóxidos contenidos en el mismo. El mismo se basa en el método reportado previamente por Yoshida et al. (2001) y Morales et al. (2001). El aceite de girasol (SFO) se purificó mediante su pasaje a través de una columna cargada con alúmina activada (a 200°C durante 3h), utilizándose una relación molar aceite/alúmina igual a 1:1 y aplicando vacío en la descarga de la columna para forzar el pasaje del aceite a través de la misma. El aceite purificado (PSFO) se empleó como materia prima para la obtención de los ésteres metílicos (PSFO-ME).

#### Síntesis de los ésteres metílicos

La obtención de los ésteres metílicos fue mediante catálisis química (KOH, 1%) mediante la reacción de 100g de PSFO con un 100% de exceso de metanol a una temperatura de 55°C por un periodo de 1 hora. Los PSFO-ME fueron almacenados bajo atmósfera de  $\text{N}_2$  y en freezer hasta su uso (-20°C).

#### Enranciamiento acelerado (método Rancimat)

Los ensayos de enranciamiento acelerado se realizaron en un equipo Rancimat Modelo 873 Biodiesel (Metrohm AG, Herisau, Suiza). Se colocaron 3.0 g de muestra de biodiesel en el tubo de reacción, se ajustó el flujo de aire a 10 L/h y la temperatura del bloque calefactor a 110°C. Se determinó el período de inducción (PI) mediante la derivada segunda de la curva de conductividad contra tiempo. El procesamiento de los datos se realizó con uso del software 873 Biodiesel Rancimat Control, versión 1.1.0.84, provisto por el mismo fabricante. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado, reportándose los valores medios. En el caso de las muestras conteniendo antioxidantes, previamente se procedió a la adición de los mismos como se describe en la figura 1.

#### Adición de Antioxidantes

Se prepararon soluciones de cada antioxidante en isopropanol a una concentración tal que adicionando entre 25 y 100  $\mu\text{L}$  de la misma sobre los 3 g de muestra de PSFO-ME se obtenga la concentración de antioxidante deseada (en un rango de 250 a 1000 ppm). Adicionó el antioxidante sobre la muestra de biodiesel en el tubo de reacción del Rancimat, se agitó y se dejó en un baño de ultrasonido durante 10 min, a los efectos de lograr una eficiente homogeneización del antioxidante. Finalmente la muestra conteniendo el antioxidante se destinó al ensayo de enranciamiento acelerado descrito en el punto anterior.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la estructura de los antioxidantes fenólicos utilizados en este trabajo. Obviamente las diferencias estructurales en relación al número de alcoholes fenólicos y las características de los demás grupos unidos al anillo benzénico tendrán diferente efecto sobre la capacidad antioxidante de los diferentes compuestos.

En la Figura 2 se muestran, a modo de ejemplo, las curvas de conductividad contra tiempo correspondientes a los análisis de enranciamiento acelerado en Rancimat a 110°C de los ésteres metílicos obtenidos a partir del aceite purificado (P-SFOME) y de éstos aditivados a 250ppm con los diferentes antioxidantes estudiados.

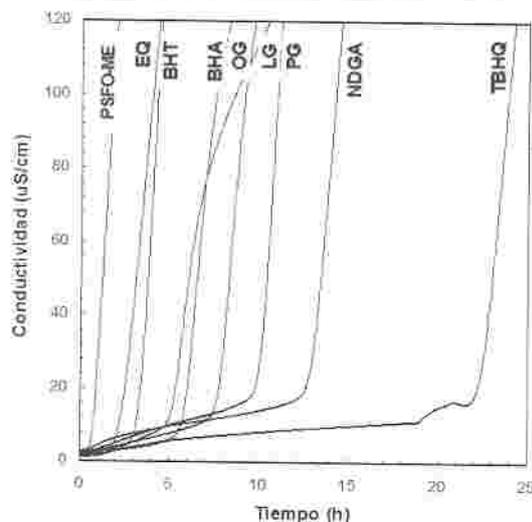


Figura 2. Curvas de enranciamiento acelerado (Rancimat) de los ésteres metílicos del aceite de soja purificado (PSFO-ME) y del mismo aditivado con los diferentes antioxidantes fenólicos a una concentración de 250ppm.

En la Tabla 1 se muestra el periodo de inducción a 110°C (PI110 °C) determinado por enranciamiento acelerado del aceite de partida (B-SFO: aceite de girasol blanqueado) y el obtenido para el P-SFOME. Se aprecia con claridad la drástica disminución de la estabilidad oxidativa entre el aceite original y los ésteres obtenidos a partir del mismo luego de su purificación. Esto está de acuerdo con la pérdida de la totalidad de los antioxidantes naturales contenidos en el primero (796 ppm de tocoferoles) como consecuencia del proceso de purificación con alúmina (lo que fue verificado mediante análisis por HPLC. La Tabla 1 muestra también el efecto de la adición de los diferentes antioxidantes (ordenados por su grado de efectividad) al P-SFOME, en un rango de concentración variable entre aproximadamente 250 a 1000 ppm.

Muestra	PI110°C (h)			
B-SFO	4,9			
P-SFOME	1,10			
Antioxidante	Nivel de antioxidante (ppm, aprox.)			
	250	500	750	1000
TBHQ	17,0	26,7	32,0	39,9
NDGA	11,2	13,7	17,6	18,9
PG	9,9	12,9	17,3	18,7
OG	7,1	10,4	13,9	14,9
LG	5,0	8,5	9,6	10,7
BHA	5,8	7,8	9,9	10,0
BHT-OH	3,7	4,6	6,5	8,2
BHT	3,5	5,9	6,3	7,2
EQ	2,3	2,4	2,9	3,6

Tabla 1. Períodos de inducción a 110 °C (PI110°C) de los ésteres metílicos del aceite de girasol purificados (P-SFOME) sin antioxidantes y aditivado con los diferentes antioxidantes a distinta concentración (en rojo se muestran los valores de PI110°C inferiores a 6 h).

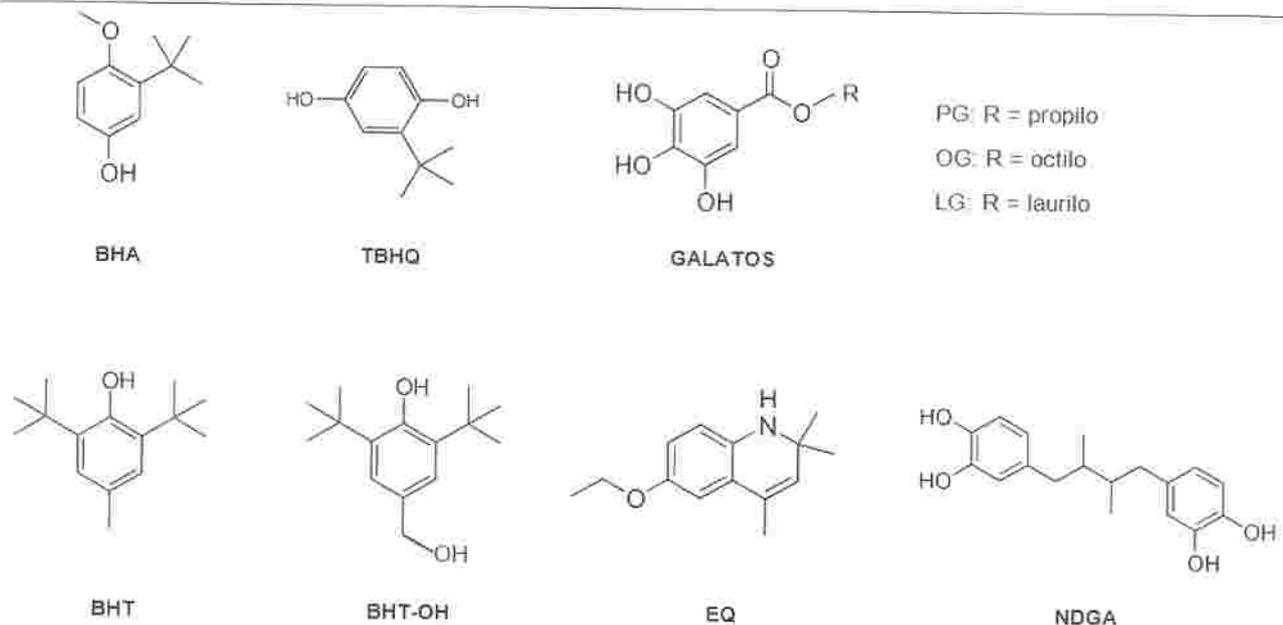


Figura 1. Estructura de los antioxidantes fenólicos estudiados: BHA (butilhidroxianisol), TBHQ (tert-butilhidroquinona), PG (galato de propilo), OG (galato de octilo), LG (galato de laurilo), BHT (butilhidroxitolueno), BHT-OH ((butilhidroxitolueno alcohol), EQ (etoxiquina), NDGA (ácido nordihidroguayarático).

Cuatro de los nueve antioxidantes (TBHQ, NDGA, PG y DG) resultaron suficientemente eficientes para, aún adicionados a la menor concentración (250 ppm), conferirle al P-SFOME una estabilidad oxidativa tal que se superara el mínimo de 6.5h requerido para este parámetro de calidad por la normativa para biodiesel vigente en nuestro país (Norma UNIT 1100:2010). En el caso del LG, el BHA, el BHT-OH y el BHT (uno de los más comúnmente utilizados para biodiesel) la superación o no de dicho mínimo dependió de la concentración de antioxidante utilizada. Mientras que en el caso de la EQ, aún a la concentración de 1000 ppm el período de inducción fue inferior al mínimo requerido, alcanzando tan solo a 3.6 h. Debe tenerse en cuenta que en un biodiesel obtenido industrialmente a partir de un aceite no purificado, es de esperar que la presencia de antioxidantes naturales contribuya positivamente a la estabilidad oxidativa del mismo. Como se mencionó anteriormente, el interés de este trabajo es el estudio comparativo de la eficiencia de los diferentes antioxidantes fenólicos adicionados, por lo que resultó necesario la eliminación del resto de los antioxidantes naturales presentes para evitar cualquier tipo de contribución o efecto sinérgico con los antioxidantes de interés.

La Figura 3 muestra la variación del período de inducción relativo (cociente entre los valores de PI con y sin antioxidante =  $PI_{110^{\circ}C} / Plo_{110^{\circ}C}$ ) con la concentración de cada antioxidante. La figura permite evidenciar con claridad la elevada eficiencia del TBHQ, el cual adicionado a tan solo 274 ppm multiplica el  $PI_{110^{\circ}C}$  del P-SFOME por un factor mayor a 15. Este antioxidante derivado de la hidroquinona es de uso habitual en la industria alimentaria para la preservación de aceites vegetales insaturados y algunas grasas de origen animal, admitiéndose en estos caso un máximo de 200ppm (máximo que, obviamente, no rige para su uso en biocombustibles).

A continuación en orden de eficiencia se encuentra el NDGA, un importante antioxidante identificado en las hojas de la planta silvestre conocida como gobernadora (*Larrea tridentata*), típica

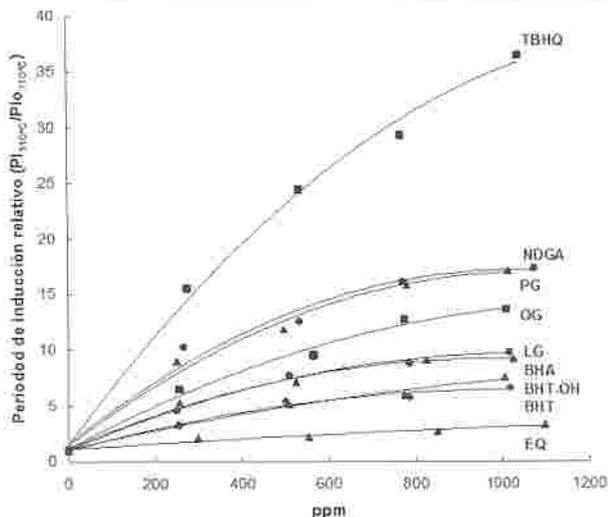


Figura 3. Efecto de la concentración de los diferentes antioxidantes fenólicos estudiados sobre el período de inducción relativo ( $PI_{110^{\circ}C} / Plo_{110^{\circ}C}$ ) del PSFO-ME (siendo  $Plo$  el período de inducción correspondiente al P-SFOME sin la adición de antioxidantes).

de la zona semidesértica del norte de México y USA (Arteaga et al., 2005). Pese a su elevado poder antioxidante, que se vincula a la presencia de dos anillos aromáticos con dos alcoholes cada uno (Figura 1), su uso industrial es menos diseminado.

Con un potencial prácticamente equivalente al anterior se ubica el PG, antioxidante derivado del ácido gálico (tres alcoholes fenólicos, Figura 1) que es ampliamente difundido en la industria alimentaria y también en el área de la petroquímica y los polímeros, dado su conocido poder como captador de radicales libres, interrumpiendo el mecanismo en cadena característico de la autooxidación. A éste lo siguen el OG y el LG, ambos con idéntica estructura que el PG pero con ocho y doce carbonos en su grupo alquilo, respectivamente (Figura 1).

El BHA, también muy común en el área alimentaria, presentó una eficiencia similar al menos activo de los galatos (el LG) y por debajo de éste se observó una gran coincidencia entre el BHT-OH y el BHT (Figura 3). Si bien el BHT es de los antioxidantes más utilizados tanto en la industria de los aceites comestibles como en el área del biodiesel, su relativamente elevada presión de vapor causa la pérdida parcial de este antioxidante (Xin et al., 2009). Este fenómeno, que no lo presentan los antioxidantes anteriores, contribuye a la menor eficiencia "aparente" de este antioxidante a elevadas temperaturas. Esto en definitiva representa un inconveniente del método de enranciamiento acelerado utilizado, ya que la aceleración del mecanismo de oxidación obliga a la utilización de elevadas temperaturas, muy superiores a las que se van a utilizar en el almacenamiento del producto de interés. La menor eficacia se obtuvo con la etoquinina (EQ), un antioxidante derivado de las quinoleínas que se suele emplear para evitar el enranciamiento en alimentos para mascotas.

Resulta interesante que todas las curvas de la Figura 3 presentan un decaimiento en su pendiente a medida que se incrementa la concentración de antioxidante. Esto está indicando que la proporción en la que se incrementa la estabilidad oxidativa fue menor, en todos los casos, que la proporción en la que se incrementó la concentración de antioxidante.

Esto se puede visualizar claramente si se determina la "eficiencia másica" ( $\epsilon_m$  en % ppm<sup>-1</sup>) de cada antioxidante, parámetro que se puede definir como el incremento porcentual del período de inducción dividido por la concentración de antioxidante:

$$\epsilon_m = 100 \frac{PI_{110^{\circ}C} - Plo_{110^{\circ}C}}{Plo_{110^{\circ}C}} \cdot \frac{1}{ppm_{A0}} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde ppm<sub>A0</sub> es la concentración en ppm del antioxidante adicionado al P-SFOME y  $PI_{110^{\circ}C}$  y  $Plo_{110^{\circ}C}$  los períodos de inducción con y sin antioxidante, respectivamente. La Figura 4A muestra que efectivamente los valores de  $\epsilon_m$  son los más elevados para las menores concentraciones de antioxidante (250ppm) y que se reducen gradualmente al aumentar la concentración. Por ejemplo, el TBHQ, que fue el que presentó las mayores  $\epsilon_m$ , produjo un incremento en el  $PI_{110^{\circ}C}$  del 5.3 % por cada ppm cuando se lo adicionó a una concentración total de 250 ppm, mientras que adicionado a 1000 ppm el incremento del  $PI_{110^{\circ}C}$  fue de sólo el 3.4 % por ppm.

Esta disminución en la eficiencia másica es un comportamiento habitual en el área de los antioxidantes aplicables en la industria alimentaria.

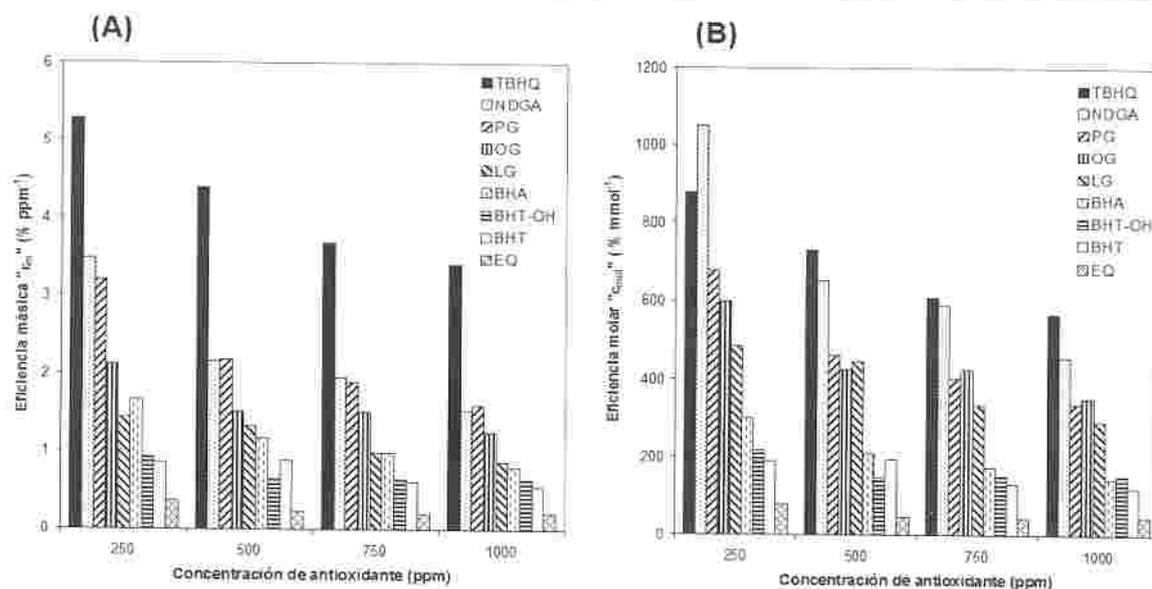


Figura 4. Eficiencia de los diferentes antioxidantes fenólicos estudiados en ensayos de enranciamiento acelerado a 110°C de PSFO-ME: Eficiencia másica (A), Eficiencia molar (B).

Un parámetro análogo al anterior, pero que permite visualizar la eficiencia de cada antioxidante en relación a su estructura molecular, y no a la masa del mismo, se puede definir como la "eficiencia molar", de forma similar al parámetro anterior:

$$\epsilon_{mol} = 100 \frac{PI_{110^{\circ}C} - PI_{110^{\circ}C}}{PI_{110^{\circ}C}} \frac{PM_{AO}}{ppm_{AO}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde ( $\epsilon_{mol}$  en % mmol<sup>-1</sup>) los parámetros son los mismos de la Ec. (1) y  $PM_{AO}$  es el peso molecular del antioxidante corres-

pondiente. La Figura 4B muestra los valores de eficiencia molar para cada antioxidante donde, excepto en el caso del NDGA, se observa que en general se conserva el orden eficiencias. La eficiencia molar del NDGA mostró un incremento en relación al resto, superando a la del TBHQ a bajas concentraciones, luego igualándola a concentraciones mayores, para finalmente caer levemente por debajo. Este fuerte efecto antioxidante por mol de compuesto obviamente se relaciona con las características de su estructura, la cual presenta 4 alcoholes fenólicos activos.

## CONCLUSIONES

Con la única excepción de la etoxiquina (EQ) todos los antioxidantes fenólicos estudiados mostraron que pueden ser eficientemente utilizados para conferirle a una muestra de biodiesel de aceite de girasol una estabilidad oxidativa tal que la misma supere la exigencia de un período de inducción mínimo de 6h (determinado por el método Rancimat a 110°C). Cuatro de estos antioxidantes (TBHQ, NDGA, PG y OG) permitieron superar este mínimo aún a la menor concentración estudiada (250ppm), mientras que en el caso del resto de ellos (LG, BHA, BHT-OH y BHT) la superación o no de dicho mínimo dependió de la concentración de antioxidante utilizada. Si bien la volatilidad de algunos de los antioxidantes utilizados (como el BHT) pudo contribuir a que por el método de enranciamiento acelerado a 110°C se obtuviera eficiencia "aparente" menor a la esperada, debe considerarse que este es el mismo método que recomienda la normativa vigente sobre calidad de biodiesel en nuestro país.

Se demostró que la eficiencia másica de todos los antioxidantes disminuyó con el incremento de la concentración, por lo que la determinación de la misma aparece como un parámetro interesante para la evaluación del costo de incrementar la estabilidad del producto.

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación por el financiamiento de este trabajo a través del Fondo Sectorial de Energía.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arteaga S., Andrade-Cetto A., Cárdenas, R., Larrea tridentata (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid. *Journal of Ethnopharmacology* 98:231-239 (2005).
- [2] McCormick R.L., Ratcliff M., Moens L., Lawrence R., Several factors affecting the stability of biodiesel in standard accelerated tests. *Fuel Processing Technology*, 88: 651-657 (2007).

- [3] Mittelbach M., Schober S. The Influence of Antioxidants on the Oxidation Stability of Biodiesel. J. Am. Oil. Chem. Soc. 80:817-823 (2003).
- [4] Monyem A., Van Gerpen J.H., The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions. Biomass and Bioenergy 20:317-325 (2001).
- [5] Morales A., Dobarganes C., Márquez-Ruiz G., Velasco J., Quantitation of Hydroperoxy-, Keto- and Hydroxy-Dienes During Oxidation of FAMES from High-Linoleic and High-Oleic Sunflower Oils, J. Am. Oil. Chem. Soc. 87:1271-1279 (2010).
- [6] Norma UNIT 1100:2010, Biodiesel (B 100) - Combustible para uso puro o en mezcla con destilados medios de petróleo - Requisitos, Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), Montevideo, Uruguay, 2010.
- [7] Xin J., Imahara H., Saka S., Kinetics on the oxidation of biodiesel stabilized with antioxidant. Fuel 88:282-286 (2009).
- [8] Yoshida H., Kondo I., Kajimoto G., Participation of Free Fatty Acids in the Oxidation of Purified Soybean Oil During Microwave Heating, J. Am. Oil. Chem. Soc. 69:1136-1140 (1992).



Samuel Kantor  
Director

**VISITE NUESTRA PÁGINA WEB Y VEA TODA LA LINEA DE PRODUCTOS, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS QUE OFRECEMOS A LA INDUSTRIA. SU CONSULTA ES BIENVENIDA.**

**INCORPORAMOS LA AMPLIA Y PRESTIGIOSA LINEA DE FILTROS: FILTRATION GROUP**

Fabricados en los Estados Unidos y Holanda con Calidad Certificada.

Proximamente Stock en Plaza, los mejores precios por grandes cantidades y pedidos anticipados.

**Representamos a:** Microfilter S.A - Donaldson División Ultrafilter/Torit/GTS - 3M-Cuno.

Atención Especial a Empresas de Ingeniería y Servicios en Ventilación y Aire Acondicionado.

Filtros manto, plisados, miniplisados, de bolsa, HEPA, ULPA, metálicos, cartuchos para turbinas de gas, para ambientes muy húmedos, para alta temperatura, para polvo, gases, cabinas de pintura, extracciones de cocinas y humos de soldadura, aire y gases comprimidos, venteo de tanques, vapor culinario, agua y procesos. Consulte por su aplicación, garantía y asesoramiento.

**INSTRUMENTOS:** para conteo de partículas en áreas limpias, aire y gases comprimidos, TOC.

**Representamos a:** PMS, TSI-ALNOR, ATI, DONALDSON-ULTRAFILTER, Mettler Toledo/Thornton.

**LONGERPUMPS:** bombas perisistálticas para diversos usos. BINKS Pistolas especiales para lacas especiales y pinturas. **ACCESORIOS, MANGUERAS Y REPUESTOS CON STOCK EN PLAZA**

TASER Ltda. y DISUR Ltda. - Thompson 2828 - CP 11600 Montevideo - R.O. del Uruguay - [www.urufiltros.com](http://www.urufiltros.com)  
Tel: 2487 2871 - Tel/Fax: (00598) 2480 2837 - Cel. (00598) 99-647393 - E-mail: [info@urufiltros.com](mailto:info@urufiltros.com)