

# ESTIMAR LA CALIDAD DEL ACEITE VEGETAL



Realizado por Xavier Castellví  
Mayo 2009

## **Prefacio**

Este manual esta elaborado en base a las experiencias generadas en el proyecto Gota Verde, Yoro, Yoro, Honduras. Su objetivo es apoyar la capacitación local de las tecnologías que son introducidas en Honduras mediante dicho proyecto, con la visión de generar un nivel de conocimiento adecuado local para el establecimiento, mantenimiento y expansión de este u otros proyectos similares.

# ÍNDICE

1.) <i>Introducción</i> .....	4
2.) <i>Estándares de calidad</i> .....	4
2.1.) Estandar para el aceite de colza .....	4
2.2.) Aplicación del Estandar de Weihenstephan a otros aceites .....	5
3.) <i>Descripción y determinación de las propiedades características</i> .....	6
3.1.) La Densidad .....	6
3.2.) Punto de ignición o inflamación .....	6
3.3.) Valor calorífico: .....	6
3.4.) Viscosidad cinemática: .....	7
3.5.) Comportamiento a baja temperatura: .....	7
3.6.) Número de cetano: .....	7
3.7.) Residuo de carbón: .....	8
3.8.) Número de yodo (IV): .....	8
3.9.) Contenido de azufre: .....	10
4.) <i>Descripción y determinación de las propiedades variables</i> .....	11
4.1.) Contaminación: .....	11
4.2.) Valor ácido: .....	12
4.2.1.) Cómo hacer las titulaciones: .....	12
4.3.) Estabilidad a la oxidación: .....	15
4.4.) Contenido en fósforo: .....	16
4.5.) Contenido en cenizas: .....	16
4.6.) Contenido en agua: .....	17
5.) <i>Conclusiones</i> .....	17
6.) <i>Bibliografía</i> .....	17
6.1.) Sitios de internet .....	17
6.2.) Libros o documentos .....	18

## 1.) Introducción

El uso de aceites vegetales como combustibles alternativos para motores diesel data desde hace ya más de un siglo. Existen muchas ventajas que hacen que el aceite vegetal sea una buena alternativa, como por ejemplo su gran densidad energética, el bajo costo de procesado, no es tóxico ni inflamable, no emite gases tóxicos, no contiene sulfuro, etc.

A pesar de que ningún motor diesel de las marcas automovilísticas convencionales está diseñado para utilizar aceite vegetal puro (PPO en sus siglas en inglés) como combustible, son bien conocidas las adaptaciones que se deben hacer a estos motores para que se alimenten a base de PPO (nuevo o reciclado), y no son demasiado onerosas. Por este motivo, y por la cuestión de ser una alternativa energética al petróleo, es importante tener en cuenta este combustible en un futuro.

Las maneras más comunes conseguir materia prima para producir biodiesel o PPO, son dos: mediante el prensado de semillas oleaginosas, como la jatropha, girasol, colza, etc. O también reaprovechando el aceite vegetal usado por los hogares, los restaurantes, etc. En este caso estaríamos hablando de aceite vegetal usado (WVO en sus siglas en inglés). La calidad de estos aceites vegetales puede variar mucho dependiendo de factores tales como el tipo de semillas del cual se extrae, las condiciones en las que ha sido extraído, el tipo y tiempo de almacenado, las veces que se ha utilizado (en caso de aceites usados) y varios factores más, lo que hacen que sea necesaria una evaluación de su calidad antes de usarlo como combustible, o antes de utilizarlo con materia prima para producir biodiesel o jabón.




Los aceites utilizados en motores deben cumplir con los estándares de calidad elaborados por los organismos reguladores, para asegurar que no se encuentran química o mecánicamente contaminados.

Cumplir estos estándares de calidad es muy recomendable para asegurar que vamos a estar utilizando un combustible en buenas condiciones, para obtener el máximo rendimiento y durabilidad del motor y mantener un bajo impacto ambiental.

## 2.) Estándares de calidad

### 2.1.) Estandar para el aceite de colza

En Europa se ha desarrollado un estándar de calidad para el aceite de colza como combustible que contiene las características del aceite que son importantes y los valores límite. Como puede verse en el diagrama adjunto, los estándares DIN documentan el procedimiento exacto de la determinación de las propiedades. Se hace una distinción entre las propiedades. Las *propiedades características* dependen de la naturaleza de la semilla oleaginosa utilizada, y las *propiedades variables* dependen del proceso (prensado, filtrado, almacenaje, post-tratamiento, etc.).

 <b>LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Weihenstephan</b> <b>Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard)</b> 05/2000	in Cooperation with:			
	 			
Properties / Contents	Unit	Limiting Value		Testing Method
<i>characteristic properties for Rapeseed Oil</i>				
Density (15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flash Point by P.-M.	°C	220		DIN EN 22719
Calorific Value	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematic Viscosity (40 °C)	mm <sup>2</sup> /s		38	DIN EN ISO 3104
Low Temperature Behaviour				Rotational Viscometer (testing conditions will be developed)
Cetane Number				Testing method will be reviewed
Carbon Residue	Mass-%		0.40	DIN EN ISO 10370
Iodine Number	g/100 g	100	120	DIN 53241-1
Sulphur Content	mg/kg		20	ASTM D5453-93
<i>variable properties</i>				
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662
Acid Value	mg KOH/g		2.0	DIN EN ISO 660
Oxidation Stability (110 °C)	h	5.0		ISO 6886
Phosphorus Content	mg/kg		15	ASTM D3231-99
Ash Content	Mass-%		0.01	DIN EN ISO 6245
Water Content	Mass-%		0.075	pr EN ISO 12937

El estándar de Weihenstephan o RK2000 resume los criterios que debe cumplir un aceite destinado a combustible de calidad

## 2.2.) Aplicación del Estándar de Weihenstephan a otros aceites

La diferencia entre el aceite de colza y otros aceites no está en el tipo de moléculas, sino en la forma en que ellas se combinan (en la mayoría de ellos). A pesar de que este estándar ha sido pensado para el aceite de colza, los valores limitantes también sirven para otros aceites porque son valores limitantes referidos al uso en motores de combustión interna. Esto es especialmente cierto en las propiedades variables. Las propiedades características de otros aceites (jatropha, higuera, girasol, etc.) difieren de

las propiedades del aceite de colza, pero no es algo que deba preocuparnos, pues de todos modos no sufren modificaciones en el procesado, son así por naturaleza. Hay otros aceites que han sido ampliamente probados como combustible al igual que el de colza, como son el de jatropha o girasol.

### **3.) Descripción y determinación de las propiedades características**

Dado que las propiedades características solamente dependen de la naturaleza de las semillas, no sería importante su análisis para aceites que ya han sido probados como combustible. De todos modos, como que aun hay aceites que no han sido debidamente probados en motores diesel adaptados, consideramos oportuno describir estas propiedades y un método para evaluarlas, para quien las pueda necesitar.

#### **3.1.) La Densidad**

Da idea del contenido en energía del combustible. Mayores densidades indican mayor energía térmica y una economía de combustible mejor. Las distintas variedades de aceite vegetal no difieren demasiado en términos de densidad. Como media, la densidad es aproximadamente un 10% superior a la densidad del Diesel y un 3% superior al biodiesel.

La determinación de la densidad es trivial, solamente pesando un volumen de aceite determinado, y luego aplicando la ecuación:  $\rho = m/V$ ; donde  $\rho$  es la densidad,  $m$  es la masa y  $V$  el volumen.

Dependiendo de la temperatura se obtendrán densidades diferentes. Para comparar la densidad con el estándar de arriba se debe medir a 15°C de temperatura.

#### **3.2.) Punto de ignición o inflamación**

El punto de inflamabilidad de una sustancia generalmente de un combustible es la temperatura más baja en la que puede formarse una mezcla inflamable en contacto con el aire. Para medir el punto de inflamabilidad se usa el aparato de Pensky-Martens. Este parámetro generalmente se determina para satisfacer temas legales de seguridad. Es mucho mayor que en el caso del diesel. Hace su transporte y manejo mucho más fácil. No debe preocuparnos el punto de inflamabilidad de los aceites pues siempre tendrá unos aceptables por naturaleza.

#### **3.3.) Valor calorífico:**

Es casi el mismo para todos los aceites vegetales, pero un 10% menor en comparación al diesel. Debido a su mayor densidad, el contenido volumétrico del valor de calor es aproximadamente el mismo.

Se puede determinar consumiendo un volumen de aceite determinado en un recipiente adiabático que también contenga una determinada cantidad de agua a presión constante. Observando el cambio de temperatura del agua y sabiendo su calor específico podremos determinar cuántas calorías ha desprendido el aceite en su combustión.

### **3.4.) Viscosidad cinemática:**

La viscosidad es la espesura de un líquido o su resistencia a fluir. La viscosidad de un líquido afecta su flujo a través de un tubo pequeño

Debe poseer una viscosidad mínima para evitar pérdidas de potencia debidas a las fugas en la bomba de inyección y en el inyector. Además, le da características de lubricidad al sistema de combustible. Por la otra parte también se limita la viscosidad máxima por consideraciones de diseño y tamaño de los motores, y en las características del sistema de inyección. Para la mayoría de los aceites vegetales es mayor que el diesel, aunque existen grandes diferencias entre las distintas clases de semillas. Calentar es una de las medidas para permitir al motor funcionar con aceite vegetal, y regular la viscosidad hasta un nivel deseado.

Se puede determinar la viscosidad mediante un viscosímetro, o también mediante un método relativamente sencillo: Se trata de dejar caer una bola en un vaso lleno del líquido que queremos saber la viscosidad, y anotar el tiempo que tarda en caer esta bola desde una posición inicial conocida hasta una posición final también conocida. Como más tiempo tarde la bola en caer más viscoso será el aceite. Se puede calibrar el viscosímetro utilizando líquidos, como agua o aceite lubricante, cuyas viscosidades son conocidas, así nos da una referencia absoluta de viscosidad. De este modo sabemos la viscosidad dinámica, la cuál si se divide por la densidad del aceite en cuestión, obtendremos la viscosidad cinemática.

### **3.5.) Comportamiento a baja temperatura:**

La determinación del “Cold Filter Plug Point (CFPP)” (Temperatura de obstrucción del filtro) mide la temperatura a la que los cristales de cera que se forman en un combustible hacen que se obstruya el filtro de combustible. Es un dato importante para el encendido en frío del motor y baja carga.

El comportamiento a baja temperatura del aceite de colza no se puede determinar representativamente evaluando el CFPP de forma habitual para aceites minerales. Primeros estudios muestran que determinar el comportamiento del aceite de colza a bajas temperaturas midiendo la viscosidad dinámica de una muestra de aceite en un viscosímetro rotacional, mientras es enfriado con un gradiente de temperatura practicable, dio buenos resultados. Sin embargo las condiciones del test para determinar el comportamiento a baja temperatura no han sido todavía definidas. Por esta razón no han sido dados los valores límites ni los métodos de testado.

### **3.6.) Número de cetano:**

Es la fracción de volumen (% volumen) de n-hexadecano (cetano) en mezcla con 1-metil-naftaleno, que produce un combustible con la misma calidad de ignición que una muestra. Físicamente el número de cetano representa el retardo de la ignición, es decir un mayor número de cetano implica un menor retardo de la autoignición del combustible.

Es una medida de la calidad de ignición de un combustible que influye en las emisiones de humo y en la calidad de la combustión. El número de cetano depende del diseño y tamaño del motor, de las variaciones de la carga y velocidad y condiciones de arranque y

atmosféricas. Un bajo NC conlleva a ruidos en el motor, prolongando el retraso de la ignición y aumentando el peso molecular de las emisiones.

No existe un método de análisis suficiente, debido a que los motores para los test de estandarizado son todos motores diesel convencionales. Cuando es medido de forma convencional, el número de cetano es peor, sin embargo, la práctica muestra que el retardo en la ignición se reduce en comparación al diesel.

### **3.7.) Residuo de carbón:**

Da una idea de la tendencia del combustible a formar depósitos carbonosos. Normalmente para el Diesel se suele utilizar el 10% que queda en la destilación, pero debido a que el Biodiesel tiene un perfil muy diferente de destilación (en un pequeño rango de temperaturas se destila toda la muestra ya que posee una distribución de moléculas diferentes muy pequeña), se debe utilizar el 100% de la muestra.

Hay una correlación considerable en cuanto a los residuos en la cámara de combustión, aros del pistón y válvulas, por ello los residuos de carbón deben mantenerse bajos.

### **3.8.) Número de yodo (IV):**

Es un indicador de los enlaces dobles en la estructura molecular. Influye en la estabilidad a largo plazo de las propiedades (importante para el almacenamiento).

Muchos aceites vegetales y algunos aceites animales se “secan”, y es esta propiedad la que hace que aceites como el de linaza, el aceite de tung, y algunos aceites de pescado sean apropiados como materia prima de pinturas, barnices y otras capas. Por el contrario, también es una propiedad que los restringe su uso como combustible.

El “secado” se produce debido a que los dobles (incluso triples) enlaces de las moléculas de los aceites insaturados se rompen por el contacto con el oxígeno atmosférico, y se convierten en peróxidos (hidroperóxidos), entonces se generan unas moléculas largas y estables llamadas polímeros (plásticos). En este caso el aceite se polimeriza irreversiblemente en una especie de plástico sólido. Otro efecto de la polimerización es que los peróxidos pueden atacar los elastómeros (material de algunas mangueras)

A altas temperaturas, como las del interior de la cámara de combustión de cualquier vehículo, este proceso se acelera y el motor se puede obstruir rápidamente con el aceite polimerizado. Con algunos aceites, el fallo del motor se puede producir incluso en sólo 20 horas de funcionamiento.

La manera tradicional de medir el grado de enlaces dobles es con el Número de Yodo, que puede ser determinado solamente añadiendo yodo al aceite. La cantidad de yodo en gramos absorbida por 100 ml de aceite es el IV. Como más alto sea mayor es el número de dobles enlaces (más insaturado), y mayor es su potencial de polimerizar.

Mientras que algunos aceites tienen un IV bajo y son utilizables como combustibles sin ningún procesamiento previo aparte de la extracción y el filtrado, la mayoría sí tienen un IV que puede causar problemas si es usado como combustible. Generalmente, se necesita de un IV por debajo de 25 si el aceite va a ser usado durante largo tiempo en motores diesel sin adaptación a PPO, lo que limita los tipos de aceite que se pueden usar como

combustible. En la tabla de abajo aparecen una lista de aceites y algunas de sus propiedades.

El IV se puede reducir fácilmente por hidrogenación de aceite (reaccionar el aceite con hidrógeno). El hidrógeno rompe los enlaces dobles y convierte el aceite inicial en uno más saturado, el cuál no tendrá tanta tendencia a polimerizar, aunque aumentará el punto de fusión del aceite, y puede convertir el aceite a margarina.

Como puede verse en la tabla de abajo, sólo el aceite de coco posee un IV suficientemente bajo como para ser usado en un motor diesel sin modificar, sin embargo su punto de fusión es de 25°C lo que dificulta mucho su uso en climas fríos. Con un IV entre 25 y 50, los efectos en la duración de un motor normalmente no se ven afectados, si se procura una manutención más minuciosa de dicho motor, como por ejemplo, cambiar el aceite lubricante más a menudo o descarbonizar el sistema de escape. Los triglicéridos con un IV comprendido entre 50 y 100 pueden provocar una disminución de la vida del motor, más particularmente en la vida de la bomba de inyección o los inyectores. Sin embargo, esto se debe contraponer con el bajo precio de estos combustibles, y que resulte una opción económicamente viable utilizar estos combustibles, a pesar de el aumento en manutención.

Otra solución para solucionar los problemas de polimerización o alto punto de fusión es diluyendo estos aceites con otros que tengan características opuestas, o con el propio diesel o biodiesel. Por ejemplo, el aceite de linaza se puede mezclar con petro-diesel en un ratio de 1:8 respectivamente, y se obtendría un combustible de IV alrededor de 25. También, el aceite de coco se puede mezclar con petro-diesel o keroseno para bajar su viscosidad y así ser usado en climas fríos. O también, si mezclamos aceite de higuera, con un IV de 85 y pto. de fusión de -18°C al 50% con aceite de nuez de palma, que tiene un IV de 37 y un pto. de fusión de 24°C, nos sale una mezcla resultante con un IV de 61 y un pto. de fusión de 3°C

Aceites/Puntos de fusión/Número de yodo (IV)		
Aceite	Punto de fusión aproximado (°C)	IV
Coco	25	10
Nuez de palma	24	37
Sebo de oveja	42	40
Sebo de vaca	-	50
Palma	35	54
Oliva	-6	81

Higuerilla	-18	85
Cacahuete	3	93
Colza	-10	98
Algodón	-1	105
Girasol	-17	125
Soja	-16	130
Tung	-2.5	168
Linaza	-24	178
Sardina	-	185

Es importante saber que las normas de estandarización europeas (EN 14214) que establece un IV máximo de 120 excluyen a los aceites de soja o de girasol como combustibles, pero no al aceite de colza (principal fuente de aceite en Europa). En cambio en Estados Unidos, donde se utilizan grandes cantidades de soja y de girasol, los estándares ASTM no fijan un límite para el número de yodo.

### 3.9.) Contenido de azufre:

El azufre es una sustancia química que poseen todos los combustibles fósiles. El límite establecido por la UE en 2005 fue de 50 ppm (=50 mg/Kg) en los combustibles fósiles. El azufre contamina el ambiente a través de los gases que salen del escape. Éste sale en forma de óxido de azufre (SOx) el cual con la humedad se convierte en ácido sulfúrico, que posteriormente contribuirá en la generación de lluvia ácida. Además los fabricantes de motores diesel también presionan para que se reduzca la cantidad de azufre pues este ataca la bomba inyectora, especialmente en los motores de turbo-inyección. Cuando el diesel que contiene azufre es quemado en la cámara de combustión del motor, se forma el óxido de sulfuro, que al mezclarse con el agua y vapor crea el ácido sulfúrico que atacará químicamente todas las superficies metálicas de las guías de las válvulas, las camisas de los cilindros e incluso los cojinetes. La fuerza del motor cambiará poco, pero el desgaste corrosivo incrementará el consumo de aceites lubricantes, lo que terminará causando una reparación general prematura y muy costosa. Es por esto que existe una tendencia mundial a reducir el contenido de azufre permitido en los combustibles sin embargo el diesel sin azufre pierde cualidades lubricantes que deben de reponerse con el uso de aditivos. El biodiesel posee un buen poder lubricante por lo que ayuda a evitar el desgaste por falta de lubricación, además no contiene azufre.

La mejor manera de controlar el nivel de azufres en el aceite es saber su procedencia. El aceite puro NO contiene azufre, éste sólo puede añadirse externamente. De esta manera,

si conocemos el pasado de nuestro aceite, podemos saber si está contaminado con azufre o no.

#### Aceites provenientes de la industria automotriz:

Principalmente, que se usan como lubricantes, refrigerantes, aislantes o dispersantes, están compuestos por una mezcla de una base mineral o sintética con aditivos (1-20%). Durante su uso se contaminan con diversas sustancias como partículas metálicas ocasionadas por el desgaste de las piezas en movimiento y fricción, compuestos con plomo procedente de las naftas, ácidos orgánico o inorgánicos originados por oxidación o de azufre de los combustibles., compuestos de azufre, restos de aditivos: fenoles, compuestos de zinc, cloro, y fósforo, compuestos clorados: disolventes, PCBs y PCTs, hidrocarburos poli nucleares aromáticos (PNA), pesticidas, residuos tóxicos de cualquier tipo.

Estos aceites no son nada recomendables de usar como combustibles debido a su alto grado de contaminación en sulfuros

#### Aceites provenientes de la industria alimentaria

Estos aceites están libres de azufre. Con las altas temperaturas a las que se somete estos aceites, sí se deterioran, por ejemplo aumenta su acidez, su índice peróxido, pero no aumenta su concentración de azufre, así que está libre, y no necesita ningún método de evaluación.

#### Aceites puros

Son los que se obtienen directamente de la extracción de las semillas oleaginosas. Estos aceites no contienen nada de azufre por naturaleza, entonces tampoco necesitan ningún método de evaluación de la concentración de azufre en ellos.

## **4.) Descripción y determinación de las propiedades variables**

Como ya se mencionó antes, las propiedades variables del aceite pueden variar en función del proceso que ha sufrido el aceite (parámetros de crecimiento, prensado, filtrado, post-tratamiento, almacenaje, etc.). Por esta razón, estas propiedades pueden variar mucho con el tiempo, y es importante mantener un seguimiento habitual de las mismas para asegurar la calidad del aceite

### **4.1.) Contaminación:**

Describe cuanto material que no sea aceite está presente. Este parámetro está directamente influenciado por el proceso de purificación del aceite, y determinará la vida del filtro de combustible del motor.

Si el aceite está recientemente extraído, la contaminación puede venir de partículas formadas durante el prensado de las semillas, y que pueden contener minerales

indeseados como fósforos, etc. Si el aceite ha sido usado en restaurantes, las partículas pueden ser residuos de freiduría, etc.

Debido a que los motores comúnmente poseen filtros de combustible de 10 micrones, el aceite debe ser filtrado por debajo de este tamaño para que las partículas no puedan dañar el sistema de inyección.

Un método eficiente de filtrado sería, primero, un sistema de sedimentación seguido de un filtrado fino de hasta 1, o medio micrón. Así nos aseguramos que el aceite cumpla el estándar de contaminación.

## **4.2.) Valor ácido:**

Muestra el contenido de ácidos grasos libres presentes en el aceite. Los ácidos grasos libres aceleran la degradación del aceite (lo hacen “rancio”) y los componentes que están en contacto con él (oxidación). Su formación se debe básicamente a las malas condiciones de almacenado (contacto con el aire, con la luz del sol, calor, etc.). Puede afectar las propiedades del aceite lubricante si grandes cantidades alcanzan el cárter del aceite.

La cantidad de ácidos grasos libres de un aceite se mide mediante la titulación.

### **4.2.1.) Cómo hacer las titulaciones:**

#### Materiales necesarios

##### **Alcohol**

1 botella de alcohol isopropílico (isopropanol). La mayoría de las farmacias tienen alcohol isopropílico con un 99% de pureza. Solo asegúrese de que su alcohol sea por lo menos 80% puro

○

1 botella de alcohol etílico (etanol). Este se conoce en varios países como “espíritus metilados” o ”metho”. Necesita etanol con una pureza de 95% o más.

##### **Indicador**

1 recipiente de Cúrcuma molida. La cúrcuma es una especia que puede encontrarse en la mayoría de los supermercados o tiendas de hierbas.

○

1 botella de Fenol Rojo. El Fenol Rojo es un líquido que se usa comúnmente para revisar el pH de piscinas y generalmente puede encontrarlo en la mayoría de las tiendas de accesorios de piscinas

○

1 botella de Indicador de Fenolftaleína al 1%. Quizás necesite un amigo químico para adquirir este indicador, o puede comprarlo en ebay.com.

##### **Líquido para titulaciones**

El “Líquido para Titulaciones” se prepara disolviendo 1g de NaOH en un litro de agua destilada o desionizada. Si no tiene una balanza precisa, puede medir 10g de NaOH y disolver esto en un litro de agua destilada o desionizada. Luego tome 100mL de esta agua y mézclelos con 900mL de agua destilada o desionizada. Ahora tiene una solución muy cercana al 1g de NaOH en un litro de agua destilada o desionizada.

### Equipo necesario

1 taza o jarra de vidrio pequeña

1 recipiente más grande para que pueda poner su taza de titulación en un baño de agua caliente

3 goteros de vidrio de 1mL con graduaciones marcadas a los lados o una jeringa con graduaciones marcadas a los lados (rotule una como “Líquido para Titulaciones”, otra “Aceite” y otra “Alcohol Isopropílico”). Si está usando jeringas, por favor asegúrese de cubrir las marcas de graduación con cinta adhesiva transparente para que no tenga que gastar su dinero en comprar jeringas nuevas después de unas 5 titulaciones.

1 palillo de plástico

El costo total del equipo debe estar debajo de \$10 y se puede usar para centenas de titulaciones.

Debe estar conciente de que el fenol rojo, la cúrcuma y la fenolftaleína cambian colores a un pH diferente, así que cada uno requiere una técnica de titulación ligeramente diferente.

### EL PROCEDIMIENTO USANDO FENOLFTALEINA

Use una jeringa para medir 10mL de alcohol (isopropílico o etílico) a temperatura ambiente dentro de la taza de titulaciones.

Agregue 3-5 gotas de fenolftaleína al alcohol

Llene uno de los goteros/jeringas con “líquido para titulaciones” y mientras agita vigorosamente con el palillo, lentamente, gota a gota, agregue el “líquido para titulaciones” al alcohol hasta que el alcohol comience a tornarse un color rosado permanente y luego DETENGASE.

Acaba de realizar una “titulación en blanco”. La “titulación en blanco” neutraliza cualquier ácido que pueda haber en el alcohol

Ahora está listo(a) para titular el aceite.

Usando la jeringa/gotero rotulado como “aceite”, agregue exactamente 1 mL del aceite que titulará al alcohol.

Pon la taza en el microondas y caliéntela hasta que la primera burbuja aparezca (5 o 10 segundos). DETENGASE. O caliente algo de agua y póngala en el recipiente para el baño de agua caliente. Luego puede sumergir la taza para titulaciones parcialmente en el baño de agua para ayudar a que el aceite se disuelva en el alcohol isopropílico.

Si está usando un gotero, siempre llene el primer gotero con exactamente 1 mL de “líquido para titulaciones”, comience a gotear el “líquido para titulaciones” dentro de la

taza mientras agita vigorosamente con el palillo. Funciona bien agitar de arriba hacia abajo, lo cual rompe el aceite contra la base de la taza para titulaciones. Si esta usando una jeringa, haga lo mismo, pero llene su jeringa con “líquido para titulaciones” (no necesita extraer exactamente 1 mL a la vez).

### **No pare de agitar.**

Mantenga un record de cuántos ml de “Líquido para Titulaciones” son necesarios para que el líquido se torne **rosado claro y permanezca así durante 20 segundos antes de que el color desaparezca.**

Este es su número de titulación, que equivale a los gramos de NaOH que debe añadir a 1 litro de aceite para neutralizar sus ácidos grasos libres. De la reacción de los ácidos grasos libres con el álcali se producirán jabones por la reacción de saponificación, que se pueden separar filtrándolos con malla o centrifugación.

En el caso de que deseáramos hacer biodiesel con este aceite, el número de titulación se sumará a 5 para averiguar cuántos gramos de NaOH son necesarios por cada litro de aceite vegetal usado.

Para KOH, suma 7 a los ml de “líquido para titulaciones” usados

## EL PROCEDIMIENTO USANDO CÚRCUMA

Use una jeringa para medir 10ml de alcohol (isopropílico o etílico) a temperatura ambiente dentro de la taza de titulaciones.

Saque una pequeña cantidad de cúrcuma molida en el extremo ancho de un palillo. Añada la cúrcuma al alcohol y use el palillo para agitar bien por aproximadamente 5 segundos. El alcohol debe tornarse un color amarillo.

Llene uno de los goteros/jeringas con “líquido para titulaciones” y mientras agita vigorosamente con el palillo, lentamente, gota a gota, agrega el “líquido para titulaciones” al alcohol hasta que el alcohol comience a tornarse un color rosado permanente y luego **DETENGASE.**

Acaba de realizar una “titulación en blanco”. La “titulación en blanco” neutraliza cualquier ácido que pueda haber en el alcohol

Ahora está listo(a) para titular el aceite.

Usando la jeringa/gotero rotulado como “aceite”, agregue exactamente 1 ml del aceite que titulará al alcohol.

Ponga la taza en el microondas y caliéntela hasta que la primera burbuja aparezca (5 o 10 segundos). **DETENGASE.** O caliente algo de agua y póngala en el recipiente para el baño de agua caliente. Luego puede sumergir la taza para titulaciones parcialmente en el baño de agua para ayudar a que el aceite se disuelva en el alcohol isopropílico.

Si está usando un gotero, siempre llene el primer gotero con exactamente 1 ml de “líquido para titulaciones”, comience a gotear el “líquido para titulaciones” dentro de la taza mientras agita vigorosamente con el palillo. Funciona bien agitar de arriba hacia abajo, lo cual rompe el aceite contra la base de la taza para titulaciones. Si esta usando una

jeringa, haga lo mismo, pero llene su jeringa con “líquido para titulaciones” (no necesita extraer exactamente 1 ml a la vez).

**No pare de agitar.**

Mantenga un record de cuantos ml de “Líquido para Titulaciones” son necesarios para que el líquido se torne **al rojo más oscuro y permanezca así durante 20 segundos antes de que el color desaparezca.**

Este es su número de titulación. Tiene el mismo valor que el número de titulación del procedimiento anterior.

### EL PROCEDIMIENTO USANDO FENOL ROJO

Use una jeringa para medir 10mL de alcohol (isopropílico o etílico) a temperatura ambiente dentro de la taza de titulaciones.

Agregue 3-5 gotas de fenol rojo al alcohol

Llene uno de los goteros/jeringas con “líquido para titulaciones” y mientras agita vigorosamente con el palillo, lentamente, gota a gota, agrega el “líquido para titulaciones” al alcohol hasta que el alcohol comience a tornarse un color rosado permanente y luego **DETENGASE.**

Acaba de realizar una “titulación en blanco”. La “titulación en blanco” neutraliza cualquier ácido que pueda haber en el alcohol

Ahora está listo(a) para titular el aceite.

Usando la jeringa/gotero rotulado como “aceite”, agregue exactamente 1 ml del aceite que titulará al alcohol.

Ponga la taza en el microondas y caliéntela hasta que la primera burbuja aparezca (5 o 10 segundos). **DETENGASE.** O caliente algo de agua y póngala en el recipiente para el baño de agua caliente. Luego puede sumergir la taza para titulaciones parcialmente en el baño de agua para ayudar a que el aceite se disuelva en el alcohol isopropílico.

Si está usando un gotero, siempre llene el primer gotero con exactamente 1 ml de “líquido para titulaciones”, comience a gotear el “líquido para titulaciones” dentro de la taza mientras agita vigorosamente con el palillo. Funciona bien agitar de arriba hacia abajo, lo cual rompe el aceite contra la base de la taza para titulaciones. Si esta usando una jeringa, haga lo mismo, pero llene su jeringa con “líquido para titulaciones” (no necesita extraer exactamente 1 ml a la vez).

No pare de agitar.

Manténga un record de cuantos ml de “Líquido para Titulaciones” son necesarios para que el líquido se torne **al rojo/morado más oscuro y permanezca así por lo menos 1 minuto.**

Este es su número de titulación, equivalente al de los procedimientos anteriores.

### **4.3.) Estabilidad a la oxidación:**

El aceite no debería degradarse con la exposición prolongada a altas temperaturas, ya que en su vida de combustible va a tener que pasar períodos en estas condiciones.

La estabilidad a la oxidación de los aceites depende de la composición de los ácidos grasos libres. Los aceites con gran cantidad de ácidos grasos libres insaturados son más susceptibles de oxidarse. Factores que reducen la estabilidad oxidativa, es decir, aumentan la oxidación y la polimerización, son: el almacenaje de las semillas o del aceite a altas temperaturas, la exposición a la luz del sol, agua y catalizadores, por ejemplo, el cobre.

Para medir la estabilidad oxidativa, se hace pasar una corriente de aire puro por un recipiente cerrado calentado a una cierta temperatura. Los productos volátiles de la oxidación son capturados en un frasco, que contiene agua destilada y un electrodo para medir la conductividad. El período de inducción, hasta que el nivel de conductividad sube rápidamente (ácidos carboxílicos volátiles disociados), se correlaciona con la estabilidad oxidativa. Laboratorios alemanes han investigado la temperatura ideal para llevar a cabo este experimento con aceite de colza, y bajaron la temperatura hasta los 110°C. Con diferentes muestras de aceite de colza, han encontrado un valor limitante de 5 horas, mientras que la media es de 6.94 h.

#### **4.4.) Contenido en fósforo:**

En el prensado en frío, la mayoría del fósforo presente en las semillas va a parar a la torta de la semilla, y no al aceite. Esto es conveniente ya que el fósforo, y especialmente los fosfolípidos, dan lugar a la obstrucción del filtro de combustible y a la oxidación de la cámara de combustión ya que el fósforo es un gran oxidante a altas temperaturas.

Por otra parte el fósforo también debe preocuparnos si miramos las emisiones provocadas. El fósforo, así como el azufre, son agentes extraños en la reacción de combustión, en la cuál los únicos participantes necesarios son el Carbono, el Hidrógeno y el Oxígeno. El fósforo, reduce la temperatura de la reacción y hace aparecer capas de fósforo en el motor. La disminución de la temperatura de combustión hace que la reacción sea más incompleta, dando lugar a más combustible sin reaccionar y por tanto más emisiones. Las capas de fósforo son por naturaleza dañinas para el motor, y la reducción de la temperatura/eficiencia de combustión puede provocar la aparición de carbón y la polimerización en el motor.

Los aceites industriales sin refinar pueden tranquilamente sobrepasar por 20 los límites especificados en el estándar. Sólo aceites prensados en frío y completamente refinados pueden llegar al valor de 15 ppm que obliga el estándar RK2000.

La medición del fósforo en aceite no es fácil, debe hacerse mediante un colorímetro de fósforo. La mejor manera de asegurar una baja concentración de fósforo es asegurar un prensado en frío y minimizar la contaminación del aceite con un filtrado de hasta medio micrón.

#### **4.5.) Contenido en cenizas:**

La cantidad de cenizas refleja la cantidad de material sin quemar después de la combustión del aceite en el motor. La mayoría son sales presentes en el aceite. La mejor manera de reducir este parámetro es un prensado gentil y un buen filtrado.

Determinar con exactitud éste parámetro es un proceso costoso, por lo que la mejor manera de mantener un nivel adecuado es prevenir su como está descrito anteriormente.

#### **4.6.) Contenido en agua:**

El agua puede formarse en el tanque de almacenamiento o venir implícita en el prensado dado que el material vegetativo también contiene agua.

La cantidad de agua en el aceite debe ser limitada ya que el agua hace que se hinche el filtro del combustible, con su consecuente obstrucción, y también oxida el sistema de inyección y hace que el fluido sea menos lubricante. También contribuye al crecimiento de microorganismos (fungi, bacterias,...)

La manera de asegurar un bajo contenido de agua es calentar el aceite por encima de la temperatura de ebullición del agua (100°C) durante un cierto período. Podremos saber la cantidad de agua que estaba presente pesando antes y después de calentar el aceite, con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{PesosSeco} - \text{PesoHúmedo}}{\text{PesoHúmedo}} \cdot 100$$

### **5.) Conclusiones**

La experiencia práctica muestra que para asegurar la calidad del aceite hay que mantener un control asiduo de las características variables, de las cuáles las más importantes son el contenido de agua, la acidez y la contaminación.

Para preservar una buena calidad se deben tomar medidas en el almacenamiento y transporte del aceite, con tal de no someterlo a altas temperaturas, a luz solar ni a contacto con el aire. Si nos llega un aceite muy ácido, la mejor manera de almacenarlo sería primeramente tratarlo para neutralizar esa acidez, de manera que se conservará mucho mejor.

En cuanto a la evaluación de las propiedades características, esto será necesario en caso de tener aceites que no han sido verificados como buen combustible. En ese caso sí que se deberá llevar a cabo un análisis de estas propiedades para asegurarnos que las características naturales del aceite son adecuadas para hacer funcionar un motor.

### **6.) Bibliografía**

#### **6.1.) Sitios de internet**

<http://www.elsbett.com/es/aceite-vegetal/general.html>

<http://material.fis.ucm.es/myo1/rota.pdf>

[http://www.journeytoforever.org/biodiesel\\_yield.html](http://www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html)

<http://www.wearcheckiberica.es/documentacion/doctecnica/combustibles.pdf>

docs.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2007/010237/000111\_MC-4-2007-EM\_DEP-BASES.doc

<http://www.shortcircuit.com.au/warfa/paper/paper.htm>

[http://energiasbiodegradables.com/index.php?option=com\\_content&task=blogsection&id=4&Itemid=32](http://energiasbiodegradables.com/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=4&Itemid=32)

## **6.2.) Libros o documentos**

Handbook on Jatropha Curcas. FACT-Foundation. March 2006

Short note regarding PPO as engine. Niels Ansø. January 2007

Minimum Requirements of Rapeseed Oil as a Fuel in Vegetable Oil Suited Engines. 4<sup>th</sup> International Colloquium FUELS 2003, Bartz, W.J. (Hrsg.) 2003: Ostfildern: Technische Akademie Esslingen. E. Remmele, B. A. Widmann, K. Thunke, T. Wilharn.

Gelbes FET Nr. 69. August 2000. E. Remmele, B. A. Widmann, K. Thunke, T. Wilharn, H. Schön.

Biodiesel, producción y aplicaciones. Whitman Direct Action. Agosto 2008.