Formulación de una emulsión directa con aceite vegetal de palma para utilizarla como fluido de perforación a escala de laboratorio

págs. 117-135

Grupo de investigación en Nuevas Tecnologías de perforación Línea de investigación: Fluidos de perforación. Oscar Iván Barbosa Aguas• Ana Milena Muñoz Montaño• Jorge Ramos•• Lilia Polanco•••

Recibido: 23 de abril de 2013 Aceptado: 16 de octubre de 2013

RESUMEN

Se formularon tres emulsiones directas estables y de baja densidad con Biodiesel de aceite de Palma, con una relación agua/aceite de 80/20, 70/30 y 60/40. A las cuales se les realizaron pruebas de laboratorio como reología, filtrado API, pruebas químicas, contenido de sólidos y líquidos, filtrado PPT, filtrado HPH, lubricidad y densidad. La emulsión 70/30 fue la que mejores propiedades mostró durante el desarrollo de la experimentación, por lo tanto se le realizaron las pruebas especiales como el filtrado dinámico, reología HPHT y retorno de permeabilidad con un núcleo de la formación K2. Se compararon los resultados y los costos de la emulsión seleccionada con una emulsión directa 70/30 con Diesel y un fluido base agua convencional.

Palabras Clave: Fluidos Perforación, Emulsión Directa, Biodiesel Aceite Palma, Fluidos Baja Densidad.

ABSTRACT

In this investigation were formulated three direct stable emulsions with low density made of Palm Oil Biodiesel, with water/oil ratios of 80/20, 70/30 and 60/40. These emulsions were tested by laboratory test such as rheology, filtering API, chemical test, solid content, PPT filtering, HPHT filtering, lubricity and density.

The emulsion 70/30 was the one that showed the best properties during experimentation, for that reason were made special tests such as dynamic filtering, HPHT rheology and permeability return with a K2 formation core. The results and the cost of the selected emulsion were compared with a direct emulsion made with the same water/oil ratio (70/30) using Diesel and with a conventional water based mud.

Key words: Drilling fluids, Direct emulsion, Palm oil Biodiesel, low density fluids

[•] Estudiantes coinvestigadores programas de ingeniería de petróleos e ingeniería química.

[•] Docente investigador Universidad de América.

^{•••} Ingeniero de Petróleos, Departamento de Perforación de Ecopetrol. Proyecto desarrollado en convenio Ecopetrol.

1. INTRODUCCIÓN

La perforación de los pozos es muy importante en el proceso de exploración en la industria petrolera, ya que indica la existencia de hidrocarburos en el subsuelo. Uno de los elementos más importantes en este proceso es el fluido de perforación, este actúa como un medio de transporte de los cortes de perforación, permitiendo observar en la superficie lo que está sucediendo en el hueco, además las propiedades del fluido determinan la efectividad de la perforación, estabilidad y protección del hueco y las formaciones, así como el nivel de control de las presiones del subsuelo, entre otras. El presente proyecto se enfoca en la formulación de una emulsión directa a partir del Biodiesel de aceite de Palma, obteniendo como resultado un fluido de baja densidad (inferior a la del agua), ayudando a minimizar los posibles riesgos de sobre balance que ocasionan pérdidas de circulación y posibles pegas por presión diferencial durante la perforación de yacimientos con baja presión; y así mismo obtener un fluido amigable con el medio ambiente. Se desarrolló el proceso y la formulación más adecuada para que esta emulsión pueda ser usada como fluido de perforación. Para obtener estabilidad en las emulsiones formuladas a altas presiones (1000 psi) y temperaturas (250 °F), se

evaluó el emulsionante proporcionado por ECO-PETROL S.A. – ICP, por medio de un diseño experimental que permitió establecer la cantidad necesaria de éste para emulsionar el aceite en el agua en cada relación (80/20, 70/30 y 60/40), y además se evaluaron el cambio de las propiedades de cada formulación antes y después de ser sometidas a envejecimiento (200 °F durante 16 horas).

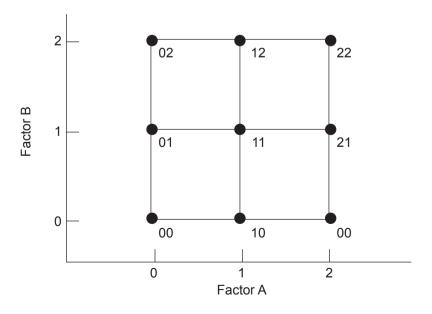
2. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Con el fin de evaluar la eficiencia del emulsionante y la cantidad necesaria para emulsionar el aceite en el agua en las diferentes relaciones y la influencia de éste en sus propiedades básicas, se planteó un diseño experimental de tipo factorial 32. Este diseño de experimentos tiene dos factores y cada uno de estos tres niveles: alto, medio y bajo. En la Figura 1 se muestra las combinaciones entre los factores y los niveles para llevar a cabo la experimentación y el desarrollo del proyecto, permitiendo determinar una relación entre la respuesta y los factores del diseño por medio de un modelo cuadrático.

13/02/2014 06:06:07 p.m.

Figura 1. Diseño Factorial 32



Las variables independientes y dependientes seleccionadas para el desarrollo expe-

rimental se muestran en la Tabla 1 y son las siguientes:

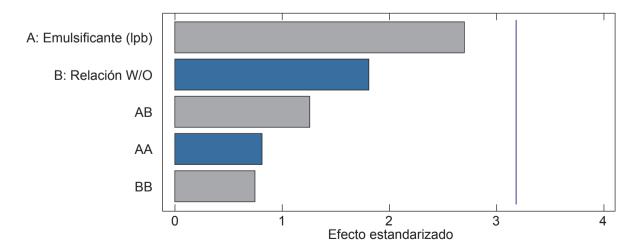
Tabla 1. Variables independientes y dependientes diseño experimental

Variable	Descripción	Nivel
Variable independiente	Concentración Emulsificante 2	1,51 bp, 2 lbp, 2.5 lpb
	Relación agua/aceite	80/20, 70/30, 60/40
	Viscosidad plástica	
Variable de respuesta	Punto cedente	
	Resistencia Gel	

El diseño experimental permite seleccionar la cantidad mínima necesaria para emulsionar el aceite en el agua para cada relación de agua/ aceite y ver cómo cada factor o variable independiente influye en las variables de respuesta o las variables de estudio. Para determinar la influencia de cada factor en la variable de estudio, se realizó por medio de un análisis estadístico ANOVA, el cual se realiza por medio de una licencia gratuita de evaluación de 30 días del programa *Statgraphics* Centurión versión 16.1.15 con código de activación: CCZK-1JYJ-50JJ-1SSS-C0ZS-4DHE-0347.

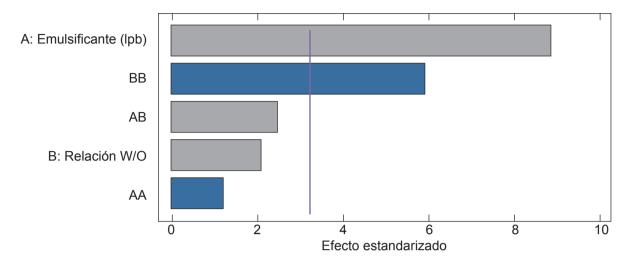
En las Gráfica 1, 2 y 3 se muestran el diagrama de Pareto en donde se muestran los efectos en orden decreciente de cada factor y la interacción entre ellos para las tres variables de estudio (Vp, Pc y Ys); este diagrama se obtiene a partir de los resultados obtenidos mediante el ANOVA. Cuando el bloque pasa la línea azul indica que ese factor o interacción entre los factores afecta a la variable de estudio, en este caso, la Viscosidad Plástica (Vp) y la Resistencia Gel (Ys) no se ve afectada por ninguno de los factores, pero el Punto Cedente (Pc) se ve afectado por la cantidad de emulsionante y la interacción entre la relación aqua/aceite.

Gráfica 1. Diagrama de Pareto para Vp

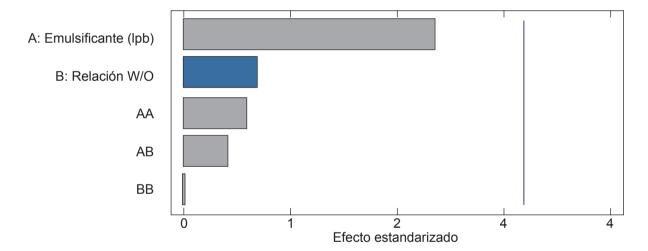


ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Gráfica 2. Diagrama de Pareto para Pc



Gráfica 4. Diagrama de Pareto para Ys



Formulación de los Fluidos

Para la formulación del fluido de perforación se debe realizar inicialmente la formulación del fluido base. En el caso de esta investigación, se definió que el fluido base es base agua el cual tendrá las propiedades principales de las emulsiones, ya que éste será la fase de la emulsión que se va a usar en mayor proporción con respecto al Biodiesel de aceite de Palma. La formulación de este fluido base se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 2. Formulación Fluido Base

Aditivo (lpb)	Fluido base
Glutaraldehído	0.75
Soda cáustica	pH = 9.5
Viscosificante	0.75
Agente inhibidor de arcillas	5
Agente control de filtrado 1	8
Carbonato de Calcio Tipo 1	6
Carbonato de Calcio Tipo 2	6
Carbonato de Calcio Tipo 3	3
Agente Control de Filtrado 2	2

Fundación Universidad de América - ISSN 2011 - 639X

El orden de adición de los aditivos y el tiempo de agitación es muy importante ya que esto permitirá obtener un fluido con las propiedades deseadas. En el caso de los aditivos para el fluido base se estableció el siguiente patrón de mezclado:

- Adicionar el viscosante lentamente y dejar en agitación en velocidad baja durante 10 minutos.
- Agregar polímeros controladores de filtrado, verificando que no se formen grumos y agitar en velocidad baja durante 10 minutos. En este caso se usaron dos tipos de controladores de filtrado.
- Adicionar el carbonato de calcio de diferente granulometría que hacen la función de agente que puntea y agitar durante 10 minutos a la misma velocidad de los puntos anteriores.
- Para evitar el hinchamiento de arcillas, se adiciona el agente inhibidor de arcillas,

manteniendo el fluido en constante agitación.

 Por último, para el control de bacterias se adiciona el glutaraldehído y se ajusta el pH a 9.5 con Soda Cáustica para mantener las propiedades del fluido y evitar la degradación de los polímeros.

Con el fluido base formulado se procede a la formulación de las emulsiones directas (80/20, 70/30 y 60/40). Para que la emulsión se lleve a cabo, es importante el tiempo de agitación para que el emulsionante actúe y se dé una mezcla homogénea; en este caso, al fluido base se le adiciona el emulsionante y de inmediato el Biodiesel de aceite de Palma, se deja agitando cinco minutos en velocidad baja, 15 minutos en velocidad media y otros cinco minutos en velocidad alta.

En la Tabla 3, 4 y 5 se muestran las formulaciones de las emulsiones directas 80/20, 70/30 y 60/40 respectivamente.

Tabla 3. Formulación emulsión directa 80/20

Aditivos	Unidades	Cantidad
Agua	ml	275.4
Glutaraldehído	lpb	0.6
Soda cáustica		pH = 9.5
Viscosificante	lpb	0.6
Agente inhibidor de arcillas	lpb	4
Agente control de filtrado 1	lpb	6.4
Carbonato de Calcio Tipo 1	lpb	4.8
Carbonato de Calcio Tipo 2	lpb	4.8
Carbonato de Calcio Tipo 3	lpb	2.4
Agente control de filtrado 2	lpb	1.6
Emulsificante	lpb	1.5
Biodiesel aceite de palma	ml	70

Tabla 4. Formulación emulsión directa 70/30

Aditivos	Unidades	Cantidad
Agua	ml	241
Glutaraldehído	lpb	0.53
Soda cáustica		pH = 9.5
Viscosificante	lpb	0.53
Agente inhibidor de arcillas	lpb	3.5
Agente control de filtrado 1	lpb	5.6
Carbonato de Calcio Tipo 1	lpb	4.2
Carbonato de Calcio Tipo 2	lpb	4.2
Carbonato de Calcio Tipo 3	lpb	2.1
Agente control de filtrado 2	lpb	1.4
Emulsificante	lpb	2.5
Biodiesel aceite de palma	ml	105

Tabla 5. Formulación emulsión directa 60/40

Aditivos	Unidades	Cantidad
Agua	ml	206.5
Glutaraldehído	lpb	0.45
Soda cáustica		pH = 9.5
Viscosificante	lpb	0.45
Agente inhibidor de arcillas	lpb	3
Agente control de filtrado 1	lpb	4.8
Carbonato de Calcio Tipo 1	lpb	3.6
Carbonato de Calcio Tipo 2	lpb	3.6
Carbonato de Calcio Tipo 3	lpb	1.8
Agente control de filtrado 2	lpb	1.2
Emulsificante	lpb	3.5
Biodiesel aceite de palma	ml	140

Con las emulsiones directas formuladas, se procedió a evaluarlas como fluidos de perforación mediante pruebas básicas como: reología, filtrado API, pruebas químicas (Pf, Mf, Cloruros, Calcio), contenido de sólidos y líquidos, filtrado PPT, filtrado HPH, lubricidad y densidad. A la emulsión con mejores características y que presentó menor degradación de sus propiedades después de la prueba de envejecimiento la cual se lleva a cabo a una temperatura de 200 °F durante 16 horas, se le realizaron las pruebas

especiales tales como: filtrado dinámico, reología HPHT y retorno de permeabilidad para determinar si esta se puede utilizar como fluido de perforación.

Para evaluar la toxicidad de la emulsión directa seleccionada, se realizó un bio-ensayo con pulgas de agua mediante el método de concentración letal mínima del 50% durante 96 horas, obteniendo como resultado el grado de toxicidad que esta posee.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el diseño de experimentos se formularon tres emulsiones estables a diferentes concentraciones agua/aceite (80/20, 70/30 y 60/40), las cuales fueron sometidas a las diferentes pruebas de laboratorio mencionadas antes y después de envejecimiento (200 °F en 96 horas) y luego comparadas entre ellas para escoger la emulsión con mejores propiedades.

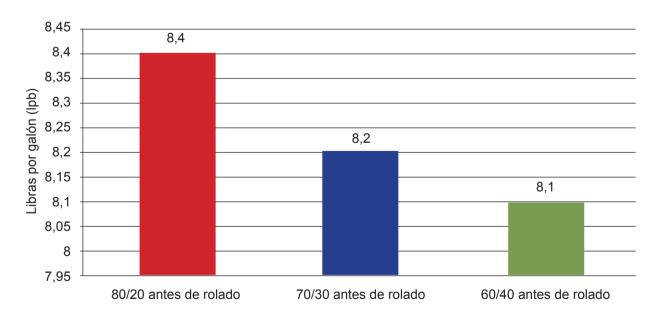
En la Gráfica 4 se observan los resultados de las densidades dadas por las diferentes concentraciones de aceite en el fluido base. Como se evidencia, al mezclar aceite en cualquier proporción, la densidad disminuye. La emulsión con menor densidad es la que más cantidad de aceite tiene (60/40), mientras que la emulsión con mayor densidad (80/20) tiene menor cantidad de aceite, es decir, una relación inversamente proporcional.

Como se puede ver en la Gráfica 5, la viscosidad plástica cayó después de que el fluido fue sometido a envejecimiento en el horno de rolado por 16 horas.

Las formulación 80/20 fue la que más presento diferencia entre las dos viscosidades. Las formulaciones 70/30 y 60/40 mantiene una caída en su viscosidad plástica parecida, indicando que a mavor contenido de aceite es más estable este valor.

En la Gráfica 6 se encuentran los valores del Punto Cedente de las tres formulaciones, antes y después de la prueba de envejecimiento en el horno de rolado por 16 horas. Se puede apreciar un comportamiento similar al de la viscosidad plástica, en la cual la formulación 80/20 fue la que presento mayor diferencia entre los dos puntos cedentes, seguido por la formulación 60/40 y por último la formulación 70/30 que comparada con las otras dos formulaciones mantiene sus propiedades después de estar sometido a altas temperaturas. (200 oF).

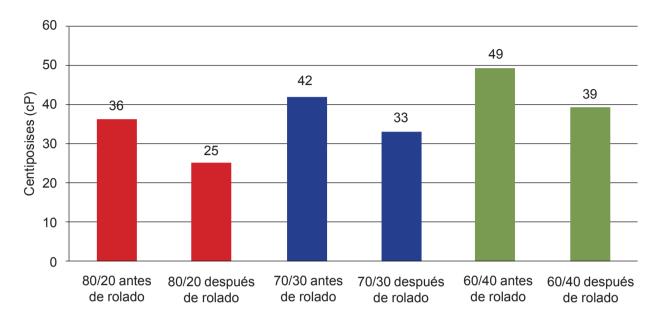
Gráfica 4. Densidad emulsiones evaluadas



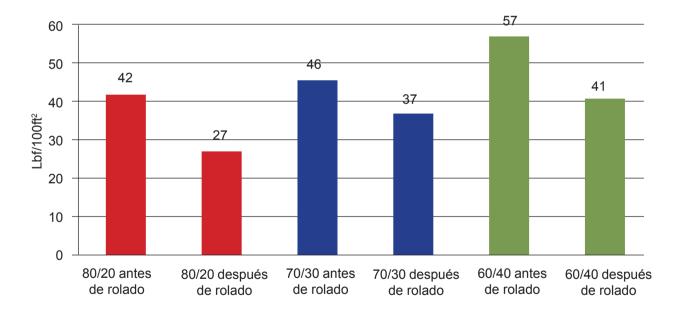
Investigacion 6-2.indb 123 13/02/2014 06:06:08 p.m.

ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Gráfica 5. Análisis Viscosidad Plástica



Gráfica 6 Análisis Punto Cedente



La Gráfica 7 muestra el cambio que tuvo la Resistencia Gel antes y después del envejecimiento de los fluidos (emulsiones directas) en el horno de rolado.

La formulación 80/20 se ve más afectada con la temperatura ya que disminuye a la mitad

su Resistencia gel, seguido por el fluido 60/40 el cual tuvo también un cambio notable por el calentamiento. Nuevamente la emulsión 70/30, mantiene un cambio mínimo entre sus valores iniciales y finales, en este caso tuvo un pequeño cambio después de ser sometida a calentamiento.

124 Fundación Universidad de América - ISSN 2011 - 639X

Investigacion 6-2.indb 124 13/02/2014 06:06:08 p.m.

En la Tabla 6 se muestran los porcentajes de degradación de las propiedades de las tres emulsiones formuladas con respecto al valor inicial y al valor después de ser sometidas a envejecimiento

En la Gráfica 8, las tres formulaciones tuvieron bajo Filtrado API debido a la mezcla que tuvo con el aceite. A medida que aumentaba la cantidad de aceite, se reducía el Filtrado API. Después del calentamiento en el horno de rolado, las tres formulaciones (emulsiones directas) presentaron una mayor estabilidad que se vio reflejada en la reducción del Filtrado API. La formulación con mayor disminución fue la 70/30 seguida de la formulación 60/40 y dejando por último la emulsión 80/20.

Gráfica 7. Análisis Resistencia Gel

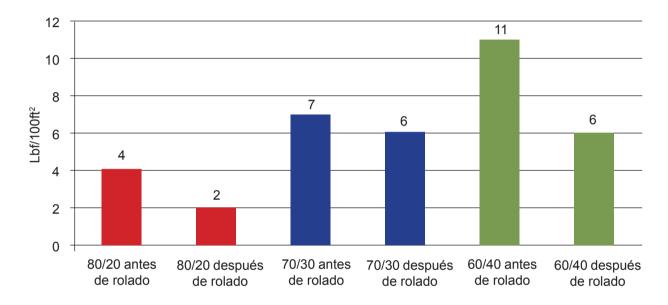


Tabla 6. Porcentaje de degradación de propiedades

Propiedad	80/20	70/30	60/40
Vp (%)	30	21.4	20.4
Pc (%)	35.7	19.56	28
Ys (%)	50	14.2	45

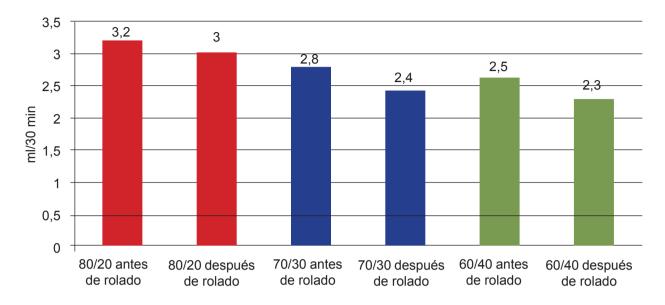
Los resultados de Filtrado HPHT arrojados antes y después de calentamiento se pueden ver en la Gráfica 9, donde se muestra que la emulsión 70/30 fue la que mejor filtrado presentó en comparación con las otras dos emulsiones. Sin embargo, a diferencia del filtrado API

que disminuyo después de que el lodo fue sometido a rolado, el filtrado HPHT aumentó su valor considerablemente, esto pudo generarse por inestabilidad de la emulsión al someterse a una presión diferencial de 500 psi y una temperatura de 250 oF

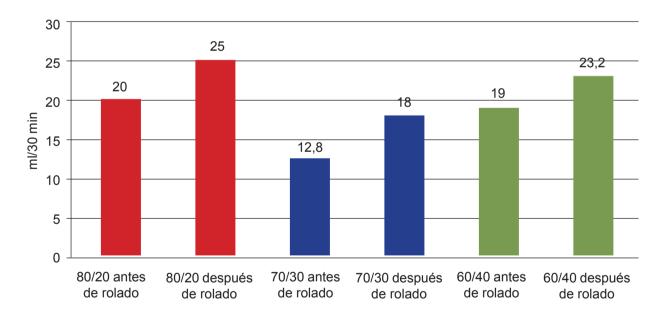
ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Investigacion 6-2.indb 125 13/02/2014 06:06:09 p.m.

Gráfica 8. Análisis Filtrado API



Gráfica 9. Análisis Filtrado HPHT



El Filtrado PPT con un disco de aloxita de 35 micrones se muestra en la Gráfica 9 para las tres formulaciones. Estos tres fluidos presentan bajo contenido en sólidos y la distribución del agente que puntea (carbonato de calcio) está distribuido específicamente para un disco de 35 micrones. Se puede observar que la formu-

lación 80/20 tuvo mayor valor de Filtrado PPT, aunque no es muy distante de las otras dos formulaciones. Se busca que el valor del Filtrado PPT sea el más bajo y la formulación 70/30 se encuentra entre la formulación 80/20 y 60/40, esto puede indicar que esta última debido a la mayor cantidad de aceite presenta inestabilidad.

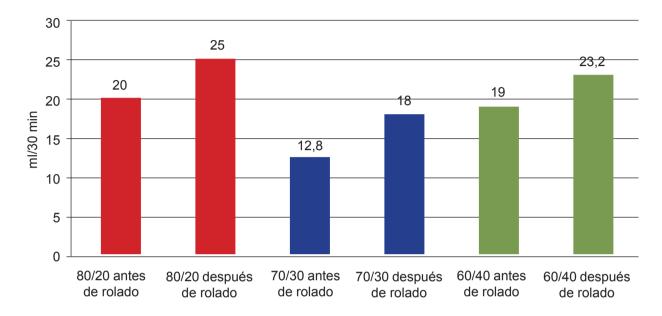
Fundación Universidad de América - ISSN 2011 - 639X

126

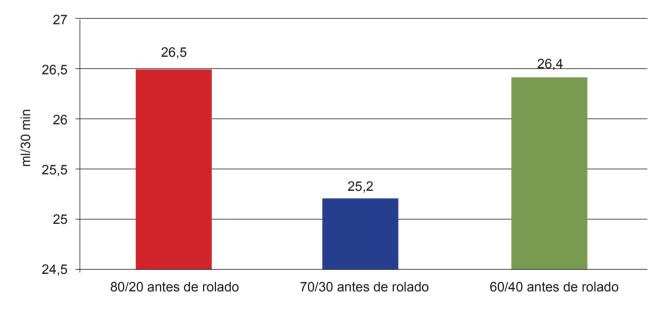
Investigacion 6-2.indb 126 13/02/2014 06:06:09 p.m.

El coeficiente de lubricidad de los tres fluidos se muestra en la Gráfica 10, en donde se evidencia como va a medida que se adiciona aceite en la formulación, llegando al tener valores por debajo del estipulado para los fluidos base aceite.

Gráfica 9. Análisis Filtrado PPT



Gráfica 10. Lubricidad emulsiones evaluadas



De acuerdo a los datos obtenidos, en las cuales se realizó la comparación entre las formulaciones antes y después de rolado de las propiedades como viscosidad plástica, punto cedente, resistencia gel, filtrado API, filtrado HPHT y filtrado PPT, se escogió la emulsión directa 70/30.

ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América 127

El fluido 80/20 todavía maneja una densidad mayor a la del agua (8.3 lpg), siendo uno de los objetivos de esta investigación mantener la densidad lo más bajo posible, y así evitar el sobrebalance excesivo en las formaciones con baja presión.

El fluido 60/40 tiene una densidad baja, pero el alto contenido de cloruros hace que su posible tratamiento sea mayor que con las formulaciones anteriores, además el resultado del filtrado PPT dio mayor que el de la formulación 70/30, en donde entre más bajo sea este valor es mejor para ser utilizado durante la perforación. De acuerdo a las anteriores pruebas, se seleccionó la emulsion70/30 como la más estable y la que mejores propiedades mostró. Siguiendo esto se le realizaron las pruebas especiales.

Filtrado dinámico. El resultado de esta prueba (Ver Tabla 7) se realizó únicamente al fluido sin rolar con una presión diferencial de 500 psi, 230 oF y un disco de aloxita de 35 micrones.

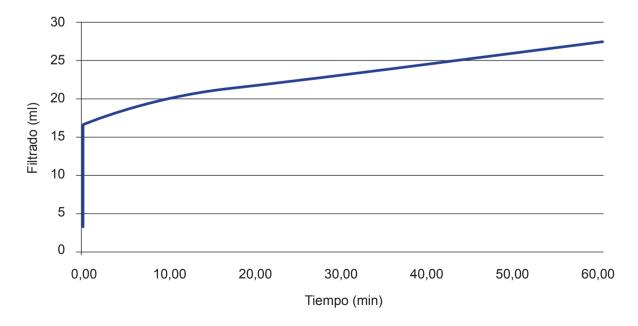
En la Grafica 11 se muestra la invasión del filtrado de la emulsión directa 70/30 durante una hora, con una tendencia a aumentar progresivamente el filtrado a medida que pasa el tiempo.

El resultado del filtrado dinámico es parecido al filtrado PPT que se realizó a condiciones estáticas.

Tabla 7. Filtrado dinámico

Tiempo (min)	Volumen de filtrado (ml)
0.00	3.37
0.07	16.38
0.90	17.06
2.28	17.67
4.05	18.28
6.23	18.9
8.77	19.52
11.58	20.14
14.62	20.74
18.05	21.35
21.68	21.96
25.67	22.57
29.87	23.16
34.12	23.79
38.28	24.4
42.67	25
47.30	25.6
51.93	26.21
57.05	26.82
60.03	27.19

Gráfica 11. Filtrado dinámico biodiesel



Reología HPHT. En la Tabla 8 se muestran los resultados tomados del equipo FANN 70. Se

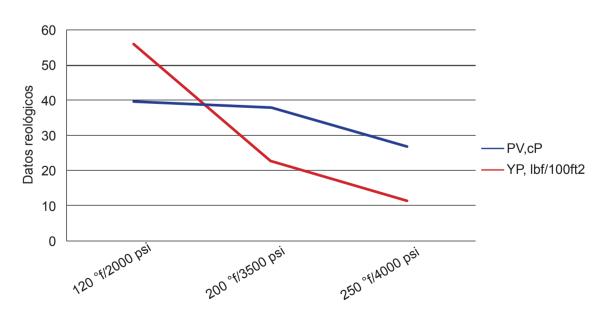
tomaron tres puntos en el equipo, cada uno con su presión y temperatura.

Tabla 8. Resultados FANN 70 emulsión 70/30 biodiesel

Parámetro		Lectura	
Temperatura	120	200	250
Presión	2000	3500	4000
θ600	134.7	99	63.8
θ300	95.2	60.9	37.4
θ200	75.5	45.8	27.9
θ100	49.6	29.8	17
θ6	12.4	6.7	2.1
θ 3	9	4.4	1.1
Geles 10 seg	9	4.4	1.1
Geles 10 min	10.1	10.1	4.5
Geles 30 min	10.2	4.5	1.2
Vp (cP)	39.5	38.1	26.4
Pc (lbf/100 ft²)	55.7	22.8	11
Resistencia gel (lbf/100 ft²)	5.6	2.1	0.1

Gráfica 12. Comportamiento Vp y Pc emulsión 70/30 Biodiesel

FANN 70-70/30 Biodiesel



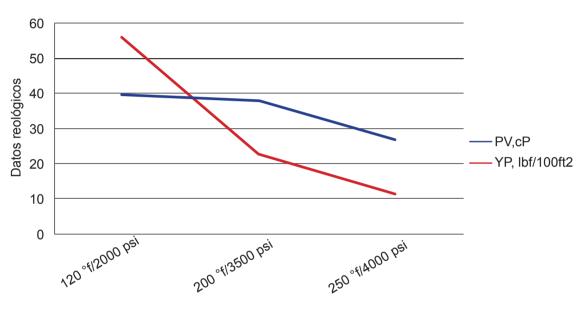
ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Retorno de permeabilidad. Esta prueba se realizó únicamente para el fluido seleccionado (emulsión directa 70/30) debido a su complejidad, ya que reúne varias de las pruebas realizadas en el laboratorio. Se utilizó un núcleo nativo de El Campo X específicamente de la formación K2.

En la Grafica 13 se muestra el comportamiento del filtrado del fluido durante dos horas, y tomado de la Tabla 6.

Gráfica 13. Filtrado dinámico y estático contra tiempo





Retorno de K = 93.50 % Pérdida de K = 6.5 %

La permeabilidad inicial se determinó con un caudal de aceite mineral de 3.5 ml/min ya que con este caudal la lectura era más estable. Esta permeabilidad cambia después de que se circula el fluido formulado (emulsión directa 70/30) y posteriormente se circuló el aceite mineral para hallar la permeabilidad final, la cual arrojo una disminución del 6.5 % lo cual no representa un daño significativo en la formación.

Comparación resultados emulsión directa 70/30 con Biodiesel y emulsión directa 70/30 con Diesel

En la Tabla 9 se muestran las densidades que presentaron las tres emulsiones formuladas.

Tabla 9. Densidad fluidos formulados

Formulación	70/30 Biodiesel	70/30 Diesel
Densidad (lpg)	8.2 +	8.2 +

El fluido base formulado, y sobre el cual partió esta investigación, posee una densidad de 8.6 lpg, pero al adicionar 30% de aceite a un barril de fluido base, la densidad disminuyó considerablemente en casi 0.4 lpg. Las dos emulsiones 70/30 formuladas presentaron la misma densidad de 8.2 + lpg, logrando un fluido con una densidad inferior a la del agua (8.3 lpg), que cumple con las funciones de un fluido de perforación, en este caso no hay diferencia al utilizar alguna de las dos emulsiones con Biodiesel y Diesel por la igualdad de su densidad.

Resultado pruebas reológicas. Los tres fluidos formulados presentan una reducción de sus propiedades (viscosidad plástica, punto cedente y resistencia gel) al ser sometidos a envejecimiento durante 16 horas. El fluido base agua es el que menos reducción tiene de sus propiedades, el fluido con Biodiesel tiene un cambio proporcional en las tres propiedades mencionadas, mientras que el fluido con Diesel mantiene su viscosidad plástica, pero disminuye considerablemente el punto cedente y la resistencia gel.

Filtrado API

El filtrado API antes y después de rolado en los fluidos formulados se encuentra dentro del rango (<7 ml/30 min) según el numeral 2.9.1.5.... El fluido base al no tener aceite tiene un filtrado mayor con respecto a las dos emulsiones directas 70/30. Estas emulsiones a pesar de tener una cantidad menor de controladores de filtrado en lpb, presentaron una disminución casi de la mitad de filtrado API comparadas con el fluido base agua.

Filtrado HPHT

Como en el Filtrado API, el filtrado HPHT presenta una disminución antes y después de rolado por la adición del aceite en su formulación. La diferencia con el filtrado API se observa después de rolado, ya que las tres emulsiones aumentaron considerablemente el valor de su filtrado HPHT debido a la alta temperatura (250 oF) y diferencial de presión de 500 psi.

A medida que se aumenta la cantidad de aceite, se ve una reducción del porcentaje de agua y de sólidos presentes en las emulsiones 70/30 formuladas.

Pruebas químicas

Según los resultados de las pruebas químicas, la formulación de 70/30 de Biodiesel y 70/30 de Diesel, presentan mayor cantidad de cloruros que la formulación del fluido base agua; esto se debe a que el emulsionante es de tipo aniónico y aporta cargas negativas al sistema; aunque después del rolado hubo disminución de la concentración de cloruros. En cuanto al pH, hay disminución de éste en los tres fluidos después de ser sometidos a la prueba de rolado, debido a una posible degradación de los aditivos al estar en condiciones de alta temperatura. El resto de los resultados de estas pruebas también presentan cambios, puesto que la temperatura es un factor importante en la estabilidad de los compuestos que presentan los fluidos de perforación.

Filtrado PPT

El spurt loss en los tres fluidos dio similar a pesar que la prueba con el fluido base agua convencional fue realizado a una temperatura menor (180 oF). El volumen total disminuyó con la adición del aceite en la formulación dando resultados similares en las dos emulsiones 70/30 formuladas. Se midió el filtrado en un disco de 35 micrones con una distribución del carbonato de calcio tipo 1 del 40%, tipo 2 del 40% y tipo 3 del 20%, para generar un buen puenteo y así evitar la filtración del fluido a medida que pasaba el tiempo.

Lubricidad

El fluido base agua mostró la lubricidad menor a 0.2, mientras que las emulsiones 70/30 formuladas, presentaron la lubricidad inferior a 0.1 que está determinada para los fluidos base aceite.

ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Investigacion 6-2 indb 131 13/02/2014 06:06:10 p.m.

Filtrado dinámico

La emulsión directa 70/30 con Diesel presentó menor filtrado dinámico al igual que los resultados del filtrado estático (PPT) con respecto a la emulsión directa 70/30 con Biodiesel. De acuerdo a lo anterior, el fluido con Diesel presenta mejores propiedades al ser sometido a altas temperaturas y presiones que el fluido formulado con Biodiesel. Aunque los dos presentaron resultados parecidos, se evidencia la leve diferencia entre los filtrados a altas presiones y temperaturas.

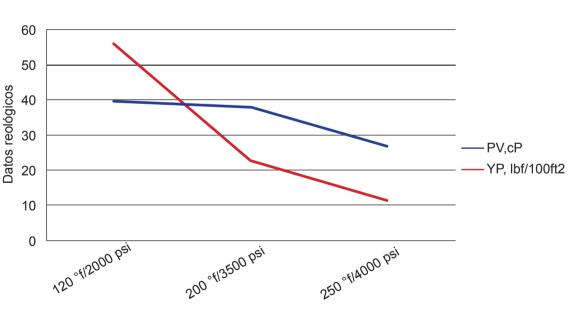
Reología HPHT

Se tomaron cuatro puntos en el equipo, cada uno con su presión y temperatura. Solo se evaluó para las emulsiones directas va que se realizaron bajo los mismos parámetros, de formulación y mezclado (cambiando solamente el aceite), motivo por el cual no se utilizó el fluido base aqua.

En la Gráfica 14 se muestra el comportamiento de la emulsión con Biodiesel. lo cual demuestra que con el calentamiento las propiedades como viscosidad plástica y punto cedente disminuyen. El punto cedente cae más rápido que la viscosidad plástica. Se evidencia que las propiedades mencionadas terminan invirtiendo su valor, es decir, la viscosidad plástica termina siendo mayor que el punto cedente.

En la Gráfica 15 se muestra el comportamiento de la emulsión con Diesel, lo cual demuestra que con el calentamiento las propiedades como viscosidad plástica y punto cedente disminuyen. Se evidencia que las propiedades mencionadas terminan invirtiendo su valor, es decir, la viscosidad plástica termina siendo mayor que el punto cedente.

Gráfica 14. Comportamiento Vp y Pc emulsión 70/30 Biodiesel



FANN 70-70/30 Biodiesel

Bio-ensayo

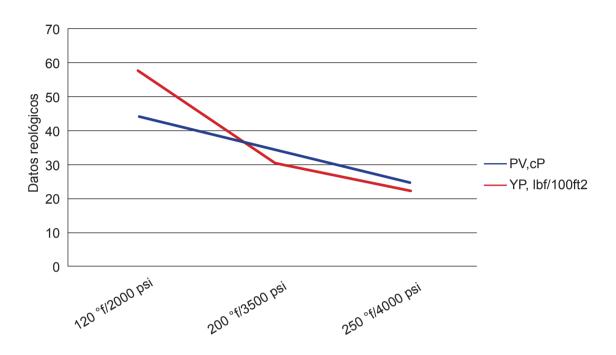
Para evaluar la toxicidad de las dos emulsiones 70/30 formuladas (Biodiesel y Diesel), se realizó un ensayo con pulgas de agua, las cuales fueron extraídas de un cultivo por un periodo de 4 días y diferentes concentraciones de ambos fluidos, con el fin de determinar la concentración letal del 50 % de las especies en prueba.

132 Fundación Universidad de América - ISSN 2011 - 639X

Investigacion 6-2.indb 132 13/02/2014 06:06:10 p.m.

Gráfica 15. Comportamiento Vp y Pc emulsión 70/30 Diesel

FANN 70-70/30 Diesel



Se inició la prueba con 10 pulgas de agua por cada concentración de 1000mg/L, 700 mg/L y 500 mg/L de emulsión directa. En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos para la emulsión directa con biodiesel.

La emulsión directa preparada con Biodiesel, se encuentra dentro del rango del grado uno

(1) de toxicidad (prácticamente no toxico), al tener la concentración letal del 50% de las pulgas de agua entre 500 y 700 mg/L en 96 horas. En la Tabla 11, se muestran los resultados obtenidos del bio-ensayo con la emulsión directa preparada con Diesel. Las concentraciones utilizadas partieron de 500 mg/L debido a los datos que el Biodiesel arrojó.

Tabla 10. Resultados bio-ensayo de emulsión directa con Biodiesel

Muestra	No. organismos usados en	No. organismos vivos al final	Concentración
iviuestra	la prueba	de la prueba	utilizada mg/L
1	10	9	0
2	10	0	1000
3	10	0	1000
4	10	0	700
5	10	1	700
6	10	10	500
7	10	9	500

ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América

Muestra	No. organismos usados en	No. organismos vivos al	Concentración utilizada
Mucstra	la prueba	final de la prueba	mg/L
1	10	9	0
8	10	0	500
9	10	0	500
10	10	2	100
11	10	1	100

Tabla 11. Resultados bio-ensayo de emulsión directa con Diesel

La emulsión directa con Diesel se encuentra dentro del rango dos (2) de toxicidad (ligeramente toxico), al tener una concentración letal del 50% de las pulgas de agua inferior a 100 mg/L en 96 horas. La emulsión directa preparada con Biodiesel es menos toxica debido a que este aceite es biodegradable por ser de origen vegetal, mientras que la emulsión directa con Diesel presenta un grado más de toxicidad (grado dos) al tener una concentración letal menor expuesta a las pulgas de agua.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Emulsionando el aceite en agua, se obtiene una disminución de la densidad, de 8.6 lpg (densidad fluido base agua) a 8.2 lpg (densidad emulsión directa formulada), ayudando a minimizar los posibles riesgos de sobre balance que ocasionan perdidas de circulación y posibles pegas por presión diferencial durante la perforación de yacimientos con baja presión.

utilizar como reemplazo del Diesel en la preparación de emulsiones directas, ya que ambas formulaciones presentaron propiedades y resultados similares en el desarrollo de las pruebas de laboratorio. De acuerdo a los resultados del Bio-ensayo, la emulsión directa 70/30 con Biodiesel de aceite de Palma es menos toxica que la emulsión directa 70/30 con Diesel, confirmando que el fluido formulado es amigable con el medio ambiente y se puede utilizar como fluido de perforación. Mejorar las propiedades de filtrado PPT y filtrado dinámico usando mayor cantidad de carbonato de calcio o de sólidos; pero se debe tener en cuenta que a mayor cantidad de sólidos mayor será el peso del fluido de perforación. Usar este tipo de fluidos en donde las exigencias ambientales sean muy estrictas, ya que el uso de estos abriría las puertas para realizar proyectos de exploración y producción de hidrocarburos, disminuyendo el impacto ambiental, que generan los fluidos convencionales base aceite.

El Biodiesel de aceite de palma se puede

REFERENCIAS

Adewale, D. (2010). Development of environmentally friendly oil based mud using palm-oil and groundnut-oil. Paper, SPE 140720. University of PortHarcourt Nigeria.

Baracaldo, J. y León, L. (2012). Selección de un aceite para una emulsión directa

usando aceite vegetal como fluido de perforación para la fase productiva de la formación guadalupe en los campos chichimene y castilla. Fundación Universidad de América. Facultad de ingenierías. Bogotá.

Blanco, C. y Maldonado, M. (2011). Comparación del rendimiento de emulsionantes en la elaboración de un fluido

de baja densidad. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Programa de Ingeniería Química.

BAROID, HALLIBURTON. (1999) The Complete Fluids Company, Manual de Fluidos. Houston, USA.

Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED)

PDVSA. (2002). Manual de fluidos de perforación.

Energy API. (2001). Manual de Fluidos de Perforación.

Kakadjian, S.; Blanco, J.; Graterol, L.; Atencio, B. y Ba-

rrera M.L. (2004). Metodología para evaluar fluidos de perforación viscoelásticos. Seflucempo Venezuela.

Morales, M.; Navarro, L. y Sandoval Y. (2010). Emulsiones de aceite en agua como una alternativa para fluidos de perforación en yacimientos con baja presión del campo Tía Juana Lago. PDVSA Occidente. Venezuela.

ISSN 2011 - 639X - Fundación Universidad de América