

Vicente González Dávila

Miembro de la Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión de Estados Unidos (NACE). Miembro de la Society of Exploration Geophysicists. Es Director General de Geo Estratos S.A. de C.V., empresa que ofrece soluciones a la industria petrolera en México aplicando la tecnología actual, promoviendo investigación e innovaciones propias de una manera sustentable, en las áreas de exploración, perforación, producción y tecnología ambiental. Es conferencista en temas de Geofísica Ambiental, Estudio y Control de Afloramientos Naturales de Hidrocarburos y Metodología para la Detección de Emanaciones en Universidades y PEMEX.

He is member of the National Corrosion Engineers Association of the United States of America (NACE in Spanish). He is also member of the Society of Exploration Geophysicists. He is the General Director of Geo Estratos S.A. de C.V., enterprise that offers solutions to the petroleum industry in Mexico, applying current technology, promoting investigation and own innovations in a sustainable way, to the exploration, perforation, production and environmental technology areas. He is a panelist in subjects such as Environmental Geophysics, Study and Control of Hydrocarbon Natural Generation and Emissions Detection Methodology in PEMEX and other Universities.



vgonzalez@geo-estratos.com

Jonathan Suárez Domínguez

Químico Industrial y Arquitecto, estudiante del doctorado en Ciencias Químicas por la Universidad de la Habana. Socio fundador del *Mexican Institute of Complex Systems, A.C.*, primer instituto de investigación privado en Tamaulipas y el *Internacional Advisory Board* del instituto anteriormente mencionado. Es autor de cinco publicaciones internacionales en revistas indexadas, y coautor de dos patentes; ha presentado más de 40 trabajos de investigación en el área química dentro de congresos nacionales e internacionales. Actualmente es director de investigación del *Mexican Institute of Complex Systems* desde el 2007. Es responsable de la generación de nuevos productos químicos utilizados por la compañía Geo Estratos S.A. de C.V.

He is an Industrial Chemist and Architect. He is currently attending a doctorate program on Chemical Sciences by the La Habana University. He is a founder partner of the Mexican Institute of Complex Systems, A.C., the first private investigation institute of Tamaulipas and the International Advisory Board of the previously mentioned institute. He is the author of five articles published in indexed magazines, and coauthor of two patents. He has presented more than 40 research papers on the chemical area in national and international congresses. He is currently the Investigation Director of the Mexican Institute of Complex Studies, since 2007. He is responsible of the generation of new chemical products used by Geo Estratos S.A. de C.V.



eionsd@gmail.com

Estudio de una reducción sustentable de viscosidad en crudo extrapesado: BRV

Resumen

La reducción de viscosidad en el petróleo es de suma importancia en la industria ya que el factor principal para la extracción y distribución del hidrocarburo es la viscosidad, Geo estratos genero un bio-reductor que mejora la viscosidad de los hidrocarburos; se realizaron pruebas de reducción de viscosidad a hidrocarburos extra-pesados con el bio-reductor BRV a diferentes temperaturas y dosificaciones, donde se observo una disminución desde un 35 % hasta un 92%. El BRV es un producto no ionico, insoluble en agua y amigable con las moléculas de asfáltenos, actuando como un diluyente que reduce la viscosidad. Es un producto de origen vegetal que se obtiene de la *Jatropha curcas*, una de las ventajas del producto es que reducen las emisiones de CO₂ al ambiente.

Study of Sustainable Viscosity Reduction for Extra-Heavy Crude Oil: BRV

Abstract

*Reducing oil viscosity is paramount in the industry as the main factor for the extraction and distribution of oil is the viscosity, Geo Estratos generated a bio-reducer that improves the viscosity of the oil; were tested for viscosity reduction of extra-heavy oil with bio-reducer BRV at different temperatures and dosages, which was a decrease from 35% to 92%. The product BRV is a nonionic, insoluble in water and friendly asphaltene molecules, acting as a viscosity reducing diluent. It is a product of vegetable origin obtained from the *Jatropha curcas*, one of the advantages of the product is to reduce CO₂ emissions to the environment.*

Antecedentes

La reducción de la viscosidad en petróleo crudo es importante en las industrias, especialmente para el transporte de petróleo en alta mar (Tao, 2006). Esto conlleva a la importancia de las pérdidas de energía en la producción. Todas las actividades de ingeniería incluidas tuberías y construcción de gaseoductos requiere el conocimiento de las características de la viscosidad para el mejoramiento del transporte además de jugar un papel importante en la simulación de yacimientos, y en la determinación de la estructura del hidrocarburo (Crowe, 2007). La viscosidad puede variar por los cambios de temperatura (Abdulkareem, 2006), presión, y también puede variar en función de su origen, de su tipo, y la naturaleza de su composición química, particularmente sus componentes polares; por eso es importante el control de su viscosidad, además de los beneficios que conlleva la reducción de viscosidad a partir de productos económicos y de mayor eficacia como los bio-reductores comparados con los reductores comúnmente utilizados (Sattarin, 2007).

Metodología

A una muestra de hidrocarburo ultrapesado se le añadió Bio Reductor de Viscosidad comercial (BRV Bio Reductor de Viscosidad®) obtenido a partir de aceites vegetales y producido por la compañía mexicana Geo Estratos S.A. de C.V., en dosificaciones al 1%, 2%, 3%, y 5%, a los que posteriormente se le tomó la viscosidad final con un viscosímetro marca Brookfield de acuerdo al procedimiento ASTM D-2196, a temperaturas de 10°C, 25°C y 60°C. Otras características son además determinadas como la densidad (NMX-F-075-SCFI-2006) y gravedad API (ASTM D-287)

Reducción de viscosidad

El hidrocarburo extrapesado utilizado tuvo una viscosidad inicial de 3.220.000 cP; a 10°C el bio-reductor de viscosidad puede disminuir del 66% con la dosificación más baja, hasta el 92% con la dosificación más alta; a 25°C la reducción de viscosidad va desde 45% hasta el 88%; y para 60°C va de 35% hasta el 69% en reducción de viscosidad en el hidrocarburo ultrapesado.

Background

Crude oil viscosity reduction is important to industries, especially for offshore oil transportation (Tao, 2006). This leads to the importance of energy losses in production. All engineering activities, including piping and gas pipeline construction, require an understanding of viscosity for enhanced transportation. Viscosity also plays an important role in reservoir simulation and in determining the structure of hydrocarbons (Crowe, 2007). Viscosity may vary due to changes in temperature (Abdulkareem, 2006) and pressure, and also due to origin, type and chemical composition, particularly the polar components. It is therefore important to control viscosity, in addition to the benefits of reducing viscosity using products such as bio-reducers, which are more affordable and effective than commonly used reducers (Sattarin, 2007).

Methodology

To a sample of ultra-heavy hydrocarbons, we added a commercial viscosity bio-reducer (*BRV Bio Reductor de Viscosidad®*) produced by the Mexican company Geo Estratos S.A. de C.V. from vegetable oils, using dosages of 1%, 2%, 3%, and 5%. We then took the final viscosity using a Brookfield viscometer and followed the ASTM D-2196 procedure at temperatures of 10°C, 25°C and 60°C. Other characteristics were also determined, such as density (NMX-F-075-SCFI-2006) and API gravity (ASTM D-287).

Viscosity Reduction

The extra-heavy hydrocarbon used had an initial viscosity of 3,220,000 cP. At 10°C the viscosity bio reducer can drop from 66% with the lowest dosage to 92% with the highest dosage, at 25°C viscosity reduction goes from 45% to 88%, and at 60°C it goes from 35% to 69% of viscosity reduction with ultra-heavy hydrocarbons.

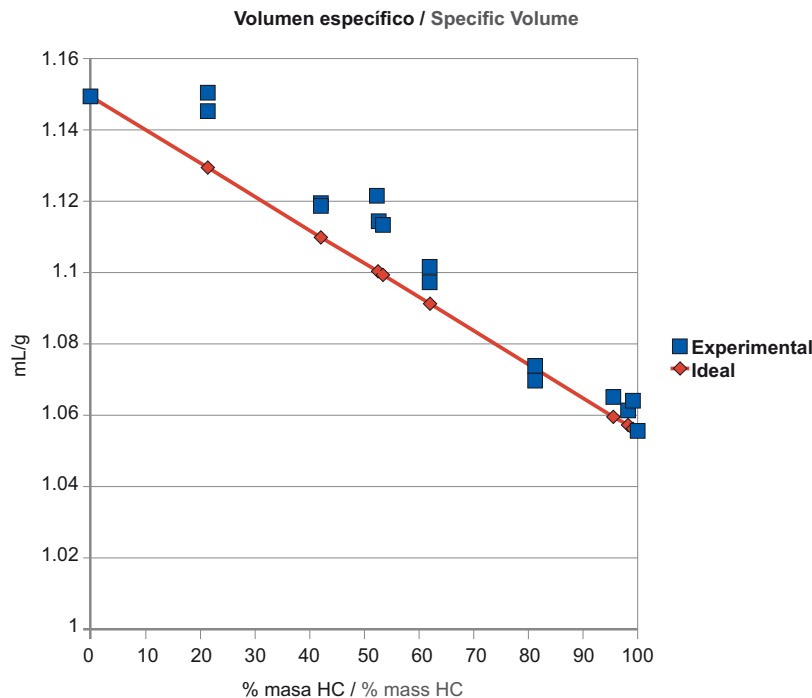
Interacción Molecular

En un hidrocarburo, se tienen moléculas que interaccionan entre sí por medio de fuerzas polares y no polares. Las atracciones no polares (principalmente las fuerzas de inducción de London) son causadas por la proximidad de las moléculas y a un cambio de polaridad momentánea en las mismas; la cercanía está determinada por la configuración electrónica de las moléculas y está restringida al radio específico llamado “radio de Van Der Waals”

Existe un momento dipolar entre las moléculas que hace que se acerquen una distancia mínima. Esta distancia mínima es modificada por la variedad de moléculas del medio o por la presencia de iones metálicos.

A partir de las densidades de diversas mezclas de hidrocarburo con BRV Bio Reductor de Viscosidad® en diferentes concentraciones se determinó el comportamiento en cambios de fuerzas intermoleculares a partir de la modificación en el volumen de mezclas. Los resultados se presentan en la figura 1, donde se tiene un ligero aumento del volumen de la muestra de hidrocarburo. Este aumento solo puede deberse a modificaciones en las interacciones intermoleculares, disminuyendo el valor de las fuerzas principalmente no polares.

Figura 1: Gráfica que presenta los resultados de modificación del volumen (por gramo de muestra) según el porcentaje añadido de BRV Bio Reductor de Viscosidad®. / **Figure 1:** This graph shows the volume change outcomes (per gram of sample) per the percentage of *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* that is added.



Molecular Interaction

In a hydrocarbon, there are molecules that interact through polar and non-polar forces. Non-polar attractions (primarily London induction forces) are caused by the proximity of molecules and momentary changes in their polarity. Proximity is determined by the electronic configuration of molecules and is restricted to the specific radius called the “Van Der Waals radius”.

A dipole moment between the molecules makes them approach to a minimum distance. This minimum distance is modified by the variety of molecules in the medium or by the presence of metal ions.

Based on the densities of different mixes of hydrocarbons with *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* in varying concentrations, we determined the behavioral changes of inter-molecular forces based on changes in mixture volumes. The outcomes are shown on Figure 1, which shows a slight increase in the volume of the hydrocarbon sample. This increase can only be due to changes in inter-molecule interactions, decreasing the value of primarily non-polar forces.

Un diagrama de separación de moléculas se tiene en la figura 2 donde se esquematiza una separación inicial intermolecular que aumenta en la figura 3.

Figure 2 is a molecule separation diagram showing the initial inter-molecule separation, which grows in Figure 3.

Figura 2: Esquema de separación intermolecular de una muestra de hidrocarburo
Figure 2: Inter-molecule separation of a hydrocarbon sample

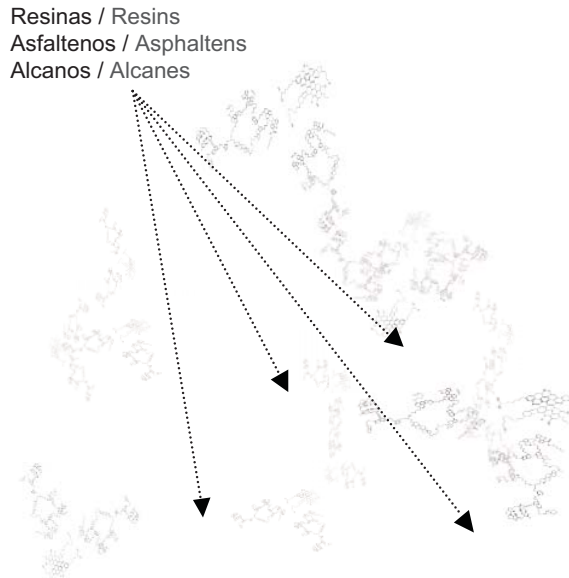
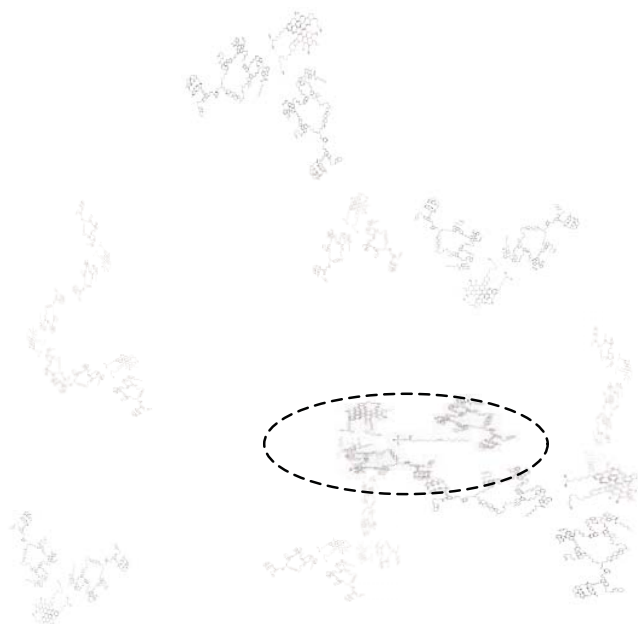


Figura 3: Diagrama que muestra la separación intermolecular aumentada en presencia de una molécula de BRV Bio Reductor de Viscosidad®. / **Figure 3:** Inter-molecule separation in the presence of a molecule of BRV Bio Reductor de Viscosidad®.



Los compuestos químicos que se añaden a crudo deben tenerse especial cuidado en componentes como los asfaltenos que presentan un alto grado de delocalización electrónica y que son sensibles a interacciones electrostáticas. Por lo que el BRV Bio Reductor de Viscosidad® es un compuesto no iónico insoluble en agua amigable con las moléculas de asfaltenos.

Reducción de emisiones de CO2

A partir del conocimiento molecular de la formulación que constituye el BRV Bio Reductor de Viscosidad® puede estimarse el contenido de CO2 que deja de ser emitido a la atmósfera. Lo anterior debido a que el BRV Bio Reductor de Viscosidad® está constituido por compuestos derivados de aceites vegetales, principalmente provenientes de *Jatropha Curcas*.

Supongamos que los cultivos están en estado estacionario (porque durante el crecimiento inicial absorberán CO2 para su propia biomasa, no de aceite), el carbono incorporado al aceite proviene del CO2 del ambiente. Por lo tanto, utilizar este aceite o su derivado el BRV como combustible es neutral en balance de CO2 (la cantidad que se libera al ambiente, la planta lo absorbe para la producción del aceite).

De acuerdo a la estequiometría normal de petróleo, 1 barril de crudo pesado, supongamos densidad 0.95, lo que son 151 kg, al ser usado como combustible completamente, genera 492 kg de CO2 al ambiente.

Si se añade un 2 % adicional de BRV al crudo (2.77 kg de BRV Bio Reductor de Viscosidad® a un barril de crudo, lo que al final significan 2.72 kg de BRV por barril de mezcla crudo-BRV Bio Reductor de Viscosidad®), se tiene que al usar un barril de esta mezcla como combustible, 151 kg, se producirá una cantidad CO2 al que se le descuenta la cantidad producida por el BRV (porque esta es neutra en el balance). O sea, de estos 151 kg, sólo 148.28 kg son de crudo y producen, por tanto, sólo 483 kg de CO2, 8.9 kg menos (se redujo en 1.8 % la producción de CO2).

Una hectárea de *Jatropha c.*, nos brinda materia prima para producir entre 1,300 y 1,800 kg de BRV® al año, que a su vez pueden adicionarse entre 460 a 650 barriles de crudo, disminuyendo la emisión de CO2 en 6 toneladas métricas.

Como dato adicional es importante señalar que la planta libera oxígeno al ambiente, casi la misma cantidad que se

Chemical components added to crude oil should be used extra carefully in components such as asphalenes, which have a high degree of electron delocalization and are sensitive to electrostatic interaction. Therefore, the *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* is a non-ionic, water-insoluble compound that is asphaltene friendly.

Reducing CO2 Emissions

Based on a molecular-level understanding of the *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* formulation, one can estimate the CO2 emissions that are avoided. This is because the *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* is made up of compounds that are derived from vegetable oils, primarily from the *Jatropha Curcas*.

Let us assume the crops to be in a stationary state (because during initial growth they absorb CO2 for their own, non-oil biomass). The carbon taken up for oil comes from environmental CO2. Therefore, using this oil or its BRV product as a fuel is neutral in the CO2 balance (the plant absorbs any amounts freed into the environment to produce oil).

According to normal oil stoichiometry, one 151 kg barrel of heavy crude oil, assuming a density of 0.95, when consumed entirely as a fuel, releases 492 kg of CO2 into the atmosphere.

Adding another 2 % of BRV to the crude oil (2.77 kg of *BRV Bio Reductor de Viscosidad®* per barrel of crude oil, which ultimately means 2.72 kg of BRV per barrel of crude oil/BRV mixture), we find that by using one 151 kg barrel of this mixture as fuel, a certain amount of CO2 will be released, from which we then discount the amount released by the BRV (because it is neutral in the balance). In other words, only 148.28 kg of these 151 kg is crude oil, which therefore produces only 483 kg of CO2, or 8.9 kg less (a 1.8 % reduction in CO2 production).

One hectare of *Jatropha c.* provides enough raw material to produce 1,300 to 1,800 kg of BRV® per year, which can add 460 to 650 barrels of crude oil, thereby decreasing CO2 emissions by 6 metric tons.

It is also important to point out that the plants release oxygen into the atmosphere, almost by the same amount as will be consumed by using the BRV as a fuel, so we do not only have a reduction in CO2 emissions.

consumirá al usar el BRV como combustible, por lo que no solo tenemos reducción de emisiones de dióxido de carbono.

Referencias / References:

Tao, R., y Xu, X. (2006). Reducing the viscosity of crude oil by pulsed electric or magnetic field. *Energy & fuels*. 20: 2046-2051.

Crowe, et.al. (2007). Cap. 10: Flujo en conductos *Mecánica de Fluidos*. Grupo editorial Patria, México 2 Ed.

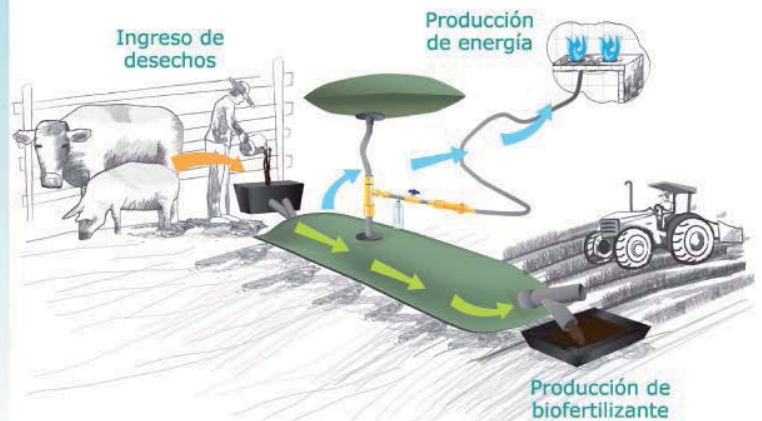
Abdulkareem, A. S., y Koro, A.S. (2006). Simulation of the viscosity of different Nigerian Crude Oil. *Leonard Journal of Sciences*. 8: 7-12.

Sattarin, M., Modarresi, H., Bayat, M., Teymori, M.. (2007). New viscosity correlations for dead crude oils. *Petroleum & coal*. 49(2):33-39.



PROGRAMA ESCALABLE DE BIODIGESTORES PARA MICRO Y PEQUEÑAS GRANJAS

- Tecnología probada para convertir desechos orgánicos en energía y en biofertilizante
- Un sistema modular, flexible, robusto, prefabricado, empacado y distribuido bajo altos estándares de calidad
- Nos especializamos en el diseño e implementación de programas regionales utilizando el paquete tecnológico y generando capacidad local
- Una metodología para monitorear impactos sociales, económicos y ambientales
- Herramienta para programas de reducción de gases de efecto invernadero



ENERGÍA RENOVABLE Y AGRICULTURA SUSTENTABLE PARA EL CAMPO