

Análisis de la alcalinidad en una muestra de agua industrial tratada para inyección en pozos petroleros con polielectrolito (semilla de moringa) y Ultra-floc

Yuly Katherin Rodríguez-Forero¹

Yaqueline Quintero-Guerrero²

Resumen

Los países en vía de desarrollo intensifican la búsqueda de alternativas, las cuales les permitan mejorar las condiciones del recurso hídrico destinado a la industria o consumo humano sin tener que invertir mucho dinero en su tratamiento. Por esta razón el sector de hidrocarburos consiente cada día más con la responsabilidad que tiene con el medio ambiente está en la búsqueda constante de tratamientos alternativos para el agua de inyección que necesitan para sus procesos de extracción y producción de hidrocarburos. Los ensayos de laboratorio realizados para determinar la eficiencia de remoción de alcalinidad total con el polielectrolito (semilla de moringa) y un producto químico comercial llamado Ultra-floc, arrojaron resultados favorables. Las semillas de moringa se recolectaron, seleccionaron y trituraron obteniendo un polvo fino el cual se humedeció y se filtró para disolver en la muestra de agua industrial tratada. Se prepararon 8 muestras de aguas industriales tratadas en jarras de 500 ml el cual se aplicarían dosis del polielectrolito (10, 50, 100 y 130 mL) y el producto químico llamado Ultra-floc (2, 5, 10 y 13 mL). Se evidencio mayor eficiencia en la remoción de alcalinidad total en la dosis de 100 mL a una concentración del 0,1% y en la dosis de 13 mL de Ultra-floc a una concentración del 1 %.

Palabras Claves: biorremediación, microorganismos, bacterias, protozoos, algas, hongos.

1 Ingeniera Química, Universidad Industrial de Santander, e-mail: yulyrodriguez05@hotmail.es

2 Ingeniera Química, Instructora Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila, e-mail: yaquelinquintero@gmail.com

Abstract

Developing countries intensify the search for alternatives, which allow them to improve the conditions of water resources destined for industry or human consumption without having to invest a lot of money in their treatment. For this reason, the hydrocarbon sector is increasingly aware of its responsibility to the environment and is constantly searching for alternative treatments for the injection water they need for their hydrocarbon extraction and production processes. The laboratory tests carried out to determine the removal efficiency of total alkalinity with polyelectrolyte (moringa seed) and a commercial chemical called Ultra-floc, yielded favorable results. The moringa seeds were harvested, selected and ground to obtain a fine powder that was moistened and filtered to dissolve in the treated industrial water sample. Eight industrial water samples treated in 500 ml jars were prepared, which would apply polyelectrolyte doses (10, 50, 100 and 130 mL) and the chemical called Ultra-floc (2, 5, 10 and 13 mL). Greater efficiency was shown in the removal of total alkalinity in the dose of 100 mL with a concentration of 0.1% and in the dose of 13 mL of Ultra-floc with a concentration of 1 %.

Keywords: Moringa seed, hydrocarbon, injection, water, treatment, alkalinity

Introducción

Las empresas petroleras del país ven con optimismo los avances investigativos que ha tenido el país frente a los tratamientos de aguas, que para la industria se convierten en un gasto importante pues debe provisionar bastante recursos para su tratamiento. Con el objeto de mejorar la situación antes descrita se requieren de manera inmediata

nuevas tecnologías de tratamiento que sean amigables con el medio ambiente (Ramos, 2013).

Las investigaciones realizadas para la búsqueda de alternativas orientadas al mejoramiento de la calidad del agua se han enfocado mediante el uso de productos naturales ya que estos ofrecen ventajas frente a los productos químicos (Ghebremichael, 2004). En

este sentido se ha desarrollado la presente investigación teniendo en cuenta que definimos la alcalinidad total como la capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas (Romero, 1989).

Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No sólo representa el principal sistema amortiguador (tampón, buffer) del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva de CO_2 para la fotosíntesis (Goyenola, 2007).

La alcalinidad en la mayor parte de las aguas naturales superficiales está determinada principalmente por el sistema carbonato HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- y H^+ , como la mayor parte de las aguas naturales presentan valores de pH entre 6 y 9, la principal especie que contiene H_2CO_3 en este intervalo es el HCO_3^- , la alcalinidad se equipara a la concentración de bicarbonato (Pérez & Torres, 2008).

El tratamiento que se da al agua en instalaciones petroleras se las denomina planta de tratamiento de aguas y estos dependerán del tipo de agua empleada y de las características del yacimiento a ser sometida la inyección, en las cuales se deben tener en cuenta los

valores de calidad final a partir de su calidad inicial; que no es más que la cantidad de sólidos suspendidos, el número de bacterias presentes y su tendencia a ser corrosiva o incrustante. El número de controles que se deben hacer para mantener un buen estado de equipos o calidad de agua es diario en las zonas más problemáticas del campo como separadores, tanques, líneas etc. (Izquierdo *et al.*, 2008).

En la actualidad, existen dos productos químicos que se utilizan para el proceso de coagulación en países en vías de desarrollo: 1) El sulfato de aluminio y 2) El cloruro férrico (Lédo *et al.*, 2009). Sin embargo hoy en día es posible encontrar estudios donde evalúan el uso de coagulantes naturales como el quitosano (Romero *et al.*, 2016), el Balso Blanco (*Malvaviscus arboreus*), Malvavisco (*Heliocarpus popayanensis*), Cactus trepador (*Hylocereus undatus*) (Ramírez *et al.*, 2011), algarrobo (*Hymenaea Courbaril*) (Mas *et al.*, 2012) y *Moringa oleifera* (Mendoza *et al.*, 2000). Dichas estudios contemplan el uso de especies de plantas como una alternativa para el tratamiento tanto de agua potable como residual.

El objetivo de este ensayo en laboratorio fue evaluar la eficiencia del polielectrolito en la remoción de alcalinidad total en una muestra de agua industrial tratada y compararla con la eficiencia de un producto químico comercial llamado Ultra-floc.

Materiales y métodos

Toma de muestras

El ensayo de laboratorio se realizó con una muestra de agua industrial proveniente de un proceso de tratamiento para mejorar el índice de calidad de agua para inyección en yacimientos de hidrocarburos.

Preparación del polielectrolito y el Ultra-floc

El polielectrolito utilizado se consiguió de cultivos naturales encontrados en el casco urbano de la ciudad de Neiva en un pequeño cultivo con el que cuenta la Universidad Surcolombiana. Para la preparación de la dosis del polielectrolito se requirió 25 gramos de semilla de moringa las cuales fueron peladas y trituradas hasta obtener un polvo fino color crema. El polvo fino (250 mg) se disolvió en 1000 ml de agua destilada para trabajar con una solución al 0,1%. El producto químico utilizado llamado Ultra-floc, fue suministrado por la Empresa de Aguas Públicas, Las Ceibas. Para la preparación de la dosis del Ultra-floc, se requirió 10 mg que posteriormente se disolvieron en 1000 ml de agua destilada para trabajar con una solución al 1%.

Ensayo de jarras y parámetros físicoquímicos

Para este ensayo se tomaron muestras de agua industrial tratada en recipientes de 500 ml cada uno, el cual se le adicionaron 4 volúmenes

diferentes de 10, 50, 100 y 130 mL de polielectrolito y 2, 5, 10 y 13 mL de Ultra-floc con tres replicas cada una. Se utilizó un equipo de test de jarras equipado con 6 paletas giratorias trabajando al tiempo 6 recipientes 10, 50 y 100 ml de polielectrolito y 2, 5 y 10 ml de Ultra-floc; se realizó una segunda prueba en el cual se aumentó a 130 ml de polielectrolito y 13 ml de Ultra-floc. La mezcla rápida fue a 211 rpm durante 1 minuto y la mezcla lenta fue a 30 rpm durante 10 minutos, con un tiempo de sedimentación de 15 minutos. Posteriormente las muestras se almacenaron por 7 días. Pasado los 7 días se realizó la prueba de alcalinidad total de las muestras mediante volumetría, así como la determinación de pH.

Resultados

Las muestras que contenían el extracto con Moringa Oleifera presentaron un pH de 6,5 a 6,7. Mientras que las muestras que contenían el producto comercial Ultra-floc presentaron un pH de 6,6 a 6,7.

Con respecto a la alcalinidad dichos valores estuvieron para el caso del extracto de Moringa oleifera entre 19 y 75 mg CaCO_3/L , mientras que para las muestras tratadas con el productor comercial Ultra-floc estuvieron entre 16 - 20 mg CaCO_3/L (Figura 1).

Se evidenció mayor eficiencia en la remoción de alcalinidad total con la muestra M100 que con la muestra

U13. Mientras que en la muestra M130 la eficiencia de remoción fue la más baja.

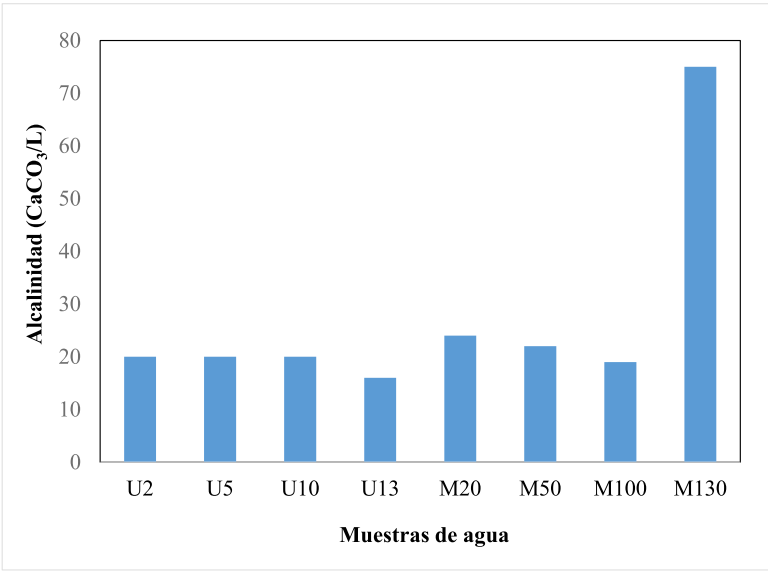


Figura 1. Valores de alcalinidad en muestras de agua industriales tratadas con: U2= 2 mL de Ultra-floc, U5= 5 mL de Ultra-floc, U10= 10 mL de Ultra-floc, U13= 13mL de Ultra-floc, M20= 20 mL de *Moringa oleifera*, M50= 50mL de *Moringa oleifera*, M100= 100 mL de *Moringa oleifera* y M130= 130 mL de *Moringa oleifera*.

Discusión

El polielectrolito de moringa presenta efectos de remoción de alcalinidades óptimas con 100 ml de la solución del electrolito a una concentración de 0,025 %, sin embargo, el Ultra-floc presenta una mayor eficiencia de remoción que el polielectrolito de moringa, una vez que esta generó una remoción de alcalinidad total con 13 ml de solución preparada a una concentración de 0,001 % en aguas para inyección en yacimiento de hidrocarburos.

El polielectrolito de semilla de *M. oleifera* presenta una menor eficiencia de remoción de alcalinidad total comparada con Ultra-floc, sobre las aguas para inyección en yacimiento de hidrocarburos.

Las propiedades de coagulación del extracto de semilla de moringa se justifican por la presencia de proteínas catiónicas diméricas solubles en agua que son capaces de adsorber surfactantes. Se demuestra que la eficiencia de la interacción

coagulante-surfactante depende de la dosis de coagulante, la carga electrostática y la concentración de surfactante (Beltrán-Heredia & Sánchez-Martín, 2009).

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen al Ingeniero Químico y Especialista Jaime Rojas Puentes, profesor de la Universidad Surcolombiana, por sus enseñanzas y acompañamiento, y a la batería central de ECOPETROL "Los manguitos" en el municipio de Yaguará – Huila, por permitirnos realizar este tipo de análisis que contribuirá al mejoramiento del medio ambiente y al uso efectivo de las aguas.

Referencias Bibliográficas

- Beltrán-Heredia, J. & J. Sánchez-Martín. 2009. Removal of sodium lauryl sulphate by coagulation/flocculation with *Moringa oleifera* seed extract. *Journal of Hazardous Materials*. 164: 713-719.
- Ghebremichael, K.A. 2004. *Moringa* seed and pumice as alternative natural materials for drinking water treatment. PhD dissertation, Royal Institute Technology (KTH), Stockholm, Sweden. 70 pp.
- Goyenola, G. 2007. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA. <http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb>.
- Izquierdo, J.L., R.F. Vélez, C.A. Game. 2008. Manual para el procesamiento de agua de inyección en un campo petrolero. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Espol. 8 pp.
- Lédo, P., R. Lima., J. Paulo. & M. Duarte. 2009. Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de *Moringa oleifera* para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad, Información Tecnológica. 5: 52-62.
- Mendoza, I., N. Fernández, G. Ettiene. & A. Díaz. 2000. Uso de la *Moringa oleifera* como coagulante en la potabilización de las aguas. *Ciencia*. 8(2): 235-242.
- Mas, M., D. Martínez., S. Carrasquero., A. Rincón. & L. Vargas. 2012. The Efficiency of *Hymenaea Courbaril* seeds as a natural coagulant in the water clarification process. *Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias*. 12: 123-128.
- Pérez, A. & P. Torres. 2008. Índices de alcalinidad para el control del tratamiento anaerobio de aguas residuales fácilmente acidificable. *Ingeniería y Competitividad*. 10: 41-52.
- Ramírez, L., J. Suárez. J. & Ramírez, 2011. Evaluación de las propiedades floculantes de

Malaviscus arboreus, *Heliocarpus popayanensis* e *Hylocereus undatus* para clarificación de aguas. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 2 (2): 33-42.

Ramos, P.P. 2013. El uso de *Moringa oleifera* como material natural para el tratamiento del agua potable en países en vía de desarrollo. Yachana. 2: 243-246.

Romero, R. 1989. Transferencia de metales en pacientes sometidos a hemodiálisis en hospitales de Maracaibo. 118 pp.

Romero, I.M., Y. Pérez., C.C. Silveira. & M. Ferreira. 2016. Eliminación de partículas similares a *Cryptosporidium ooquistes* por filtración directa ascendente utilizando un coagulante natural: estudio a escala piloto. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 7 (2): 15-24.