

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO DE MADURACIÓN IN VITRO SOBRE LA CAPACIDAD DE DESARROLLO DE OVOCITOS BOVINOS. Liz Greyli Rosell Viloría, Zeylin del Carmen Millano Bracho, Francisco Báez Contreras, Patricia Villamediana Monreal, Rumualdo González Fernández.....	6
QUITOSANO COMO COAGULANTE NATURAL DURANTE EL TRATAMIENTO DE AGUAS CON ALTA TURBIDEZ. Yaxcelys Caldera, Lorena Fuentes, Geraldine Puyosa, Rodolfo Barrera, Iván Mendoza y Yoalis González.....	19
USO DE LAS SEMILLAS DE <i>Moringa oleifera</i> COMO COAGULANTE EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DEL LAVADO DE VEHÍCULOS. Alfredo Rincón González, Luisa Saules de Mejias, José Delgado González, Sedolfo Carrasquero Ferrer y Altamira Díaz Montiel.....	31
EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE EL TIRANO, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA, DURANTE LA TEMPORADA DE PESCA ENERO-DICIEMBRE 2012. Leo Walter González, Nora Eslava, Francisco Guevara, Félix Díaz y Juan Miguel Rodríguez.....	43
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES.....	58
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....	68

Vol.51, N° 1, Abril 2017

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA
PUBLICADA POR LA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA



Uso de las Semillas de *Moringa oleifera* como coagulante en el tratamiento de efluentes provenientes del lavado de vehículos.

Alfredo Rincón González¹, Luisa Saules de Mejias³, José Delgado Gonzalez³, Sedolfo Carrasquero Ferrer² y Altamira Díaz Montiel²

¹Red de Investigación estudiantil de la Universidad del Zulia (REDIELUZ), ²Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (DISA), ³Centro de Investigaciones del Agua (CIA).
Universidad del Zulia, Apartado postal 526, Maracaibo 4001-A, Venezuela
alfredorincon@gmail.com, adiaz@fing.luz.edu.ve

Resumen

El lavado de vehículos ocasiona graves impactos ambientales, como el uso excesivo de agua potable y la descarga de efluentes sin tratamiento con concentraciones de aceites, grasas y derivados de petróleo con alto contenido de turbidez. Una alternativa simple, efectiva y rentable para el tratamiento y reutilización de los efluentes provenientes del lavado de vehículos es el proceso de coagulación-floculación. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la efectividad de las semillas de *Moringa oleifera* en el tratamiento de efluentes provenientes del lavado de vehículos para su reutilización. El estudio se llevó a cabo a escala laboratorio por medio de la prueba de Jarra, con una agitación rápida de 100 rpm durante un minuto, una agitación lenta de 40 rpm durante 15 minutos y un tiempo de 30 minutos de sedimentación. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos: pH, alcalinidad total, color, turbidez, sólidos totales y demanda química de oxígeno (DQO_T) antes y después de los tratamientos. La dosis óptima que permitió obtener los menores valores de turbidez y color en el efluente después del tratamiento fue: 900 mg/L de coagulante obtenido de semillas de *M. oleifera*. Los valores residuales obtenidos fueron de 3,7 UNT y 15 UC para la turbidez y el color, respectivamente, para 147 NTU de turbidez inicial y 600 UC de color aparente inicial. Los porcentajes de remoción de color, turbidez, DQO_T y sólidos totales fueron: 92,5%, 94,57%, 90,41% y 86,77%, respectivamente. Los resultados demostraron que el coagulante obtenido de las semillas de *M. oleifera* es efectivo en el tratamiento de los efluentes provenientes del lavado de vehículos.

Palabras clave: *Moringa oleifera*; coagulación; floculación; lavado de vehículos; reutilización.

Use of *Moringa oleifera*'s seeds as a coagulant in the car wash wastewater.

Abstract.

Carwash causes serious environmental impacts such as excessive use of water and the discharge of untreated effluents with concentrations of oil, grease and petroleum with high turbidity. A simple alternative and cost effective for treatment and reuse of wastewater from vehicle washing is the process of coagulation-flocculation. The aim of this study was to adapt the effluents from washing vehicles at an appropriate level in order to be reused, evaluating *Moringa oleifera* as a natural coagulant in physico-chemical treatment (coagulation-flocculation). The study was carried out at laboratory scale through the test jar test, with rapid agitation at 100 rpm for one minute, slow stirring at 40 rpm for 15 minutes and 30 minutes of sedimentation, parameters were evaluated: pH, total alkalinity, color, turbidity, total solids and chemical oxygen demanded (DQO_T). The optimal dose that yielded the lowest values of turbidity and color in the effluent after treatment was: 900 mg/L of *Moringa oleifera*. Residual values were 3,7 NTU from 147 NTU of initial turbidity and 15 UC from 600 UC of apparent initial color. The percentages of removal of color a turbidity, DQOt and total solids were: 92,5%, 94,57%, 90,41% and 86,77%, respectably. Results with *Moringa oleifera* showed those coagulants effective into the treatment of effluents from washing vehicles.

Keywords: *Moringa oleifera*; coagulation; flocculation; carwash; reuse.

Introducción

La disponibilidad de agua dulce en el planeta constituye una gran problemática (Radin et al. 2014). En la actualidad, las aguas residuales constituyen uno de los mayores problemas ambientales que incide en la calidad de los cuerpos de agua dulce (Mohamed et al. 2013, Chan et al. 2014 y Mohamed et al. 2014). En la ciudad de Maracaibo, las aguas servidas son vertidas en la mayor reserva de agua dulce del país, el Lago de Maracaibo, ocasionando un impacto ambiental y socioeconómico negativo para la región a causa de la contaminación, afectando a la pesca, la sociedad y al turismo en general (Silva, 2012).

El lavado de vehículos origina la descarga de efluentes en las redes cloacales, sin tratamiento previo, con alto contenido de turbidez. El consumo de agua dulce de la mayoría de los autolavados de la ciudad de Maracaibo varía de 150 a 200 L de agua en promedio para un lavado profesional completo de un solo vehículo (Morales et al. 2009) Esta actividad representa la descarga de sólidos totales, aceites, grasas, derivados de petróleo, rastros de detergentes con concentraciones de fosfatos e incluso metales pesados (Christine, 2010, Chan et al. 2014, Sunday, 2014).

Generalmente, las plantas de tratamiento de agua utilizan sales de aluminio o de hierro, sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que a pesar del buen funcionamiento de estas sales, su residual es bioacumulado por los humanos, quienes ven deteriorada su salud (Rodríguez et al. 2007).

Desde los años 70 se ha incentivado el uso de coagulantes naturales para reducir el consumo de coagulantes químicos y minimizar la toxicidad en el tratamiento de aguas. Uno de los coagulantes naturales más estudiados es proveniente de las semillas de *Moringa oleifera*, la cual es una planta tropical perteneciente a la familia Moringaceae y originaria del noroeste de la India (Azrafuzzaman et al. 2011, Guzmán et al. 2013 y Radín et al. 2014). Este coagulante es efectivo, seguro y barato, siendo posible su utilización en el tratamiento de aguas residuales, lo que trae beneficios económicos para los países productores, además de constituirse en una alternativa ambientalmente correcta (Castro y Silva 2004, Ghebremichael et al. 2005).

El excesivo consumo de agua potable para el lavado de vehículos, crea la necesidad de determinar la factibilidad de la reutilización de sus efluentes (Al-Odwani, 2007) por lo que se planteó evaluar la efectividad del coagulante obtenido a partir de las semillas de *Moringa oleifera* en el tratamiento de efluentes provenientes del lavado de vehículos en la ciudad de Maracaibo para su reutilización.

Materiales y métodos.

Muestreo del agua residual industrial

La recolección del efluente proveniente del lavado de vehículos, se realizó en una estación de lavado de la zona norte de la ciudad de Maracaibo, específicamente en la Parroquia Cecilio Acosta, en una tanquilla ubicada al final del proceso, de acuerdo a los patrones establecidos en el Método Estándar, usando el método 1060 recolección y preservación de muestras y preservación (APHA 2005). La captación del efluente se realizó a través de un muestreo aleatorio simple de manera manual, para ser almacenado a una temperatura de 4 °C.

Caracterización del efluente industrial

Para conocer las características del efluente proveniente del lavado de vehículos, a fin de compararlas con lo establecido en la normativa venezolana para la descarga a cuerpos de agua (Gaceta Oficial 1995), se realizaron una serie de análisis, según los procedimientos establecidos en el Método Estándar (APHA 2005). Los parámetros medidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos medidos en la caracterización.

Parámetros	Nº del método.
pH	4500-H ⁺
DQO _T	5220-C
DBO _{5,20}	5210-B
Turbidez	2130-B
Alcalinidad total	2320-B
Sólidos totales	2540-D
Sólidos sedimentables	2540-F
Color (real y aparente)	2120-C
Sulfato	4500-SO ₄ ⁻² -E
Aceites y grasas Vegetales	5520-C

Colecta, tratamiento y preparación de la solución madre a partir de las semillas de *Moringa oleifera*.

Las semillas de *Moringa oleifera* se recolectaron secas y enteras de diversos árboles ubicados en el Municipio Maracaibo, Estado Zulia; las mismas se preservaron y almacenaron en sacos de fique para la posterior extracción de las vainas y escarificación de las mismas (Mendoza et al. 2000). Las semillas secas y sin cáscaras se pulverizaron finamente en un molino eléctrico Modelo 4-egrindin mil 89 rpm, hasta obtener una harina de color blanca amarillenta, de aspecto grasoso, que se almacenó en frascos de color ámbar para su preservación y posterior uso (Mas y Rubí et al. 2011).

La semilla de *Moringa oleifera* tiene aproximadamente un 40% de su peso en grasa que no posee propiedades coagulantes y deja un residual lipídico en el agua tratada. Por esta razón se eliminó la grasa de la harina a través de un proceso de extracción (Soxhlet), empleando 400 mL de éter de petróleo siguiendo el procedimiento descrito en la norma Covenin para aceites y grasas y sustancias leguminosas 1785-81 (COVENIN 1981); con la harina resultante se preparó una solución madre de 5000 ppm (Mas y Rubí et al. 2011).

Coagulación y prueba de jarras

El tratamiento de coagulación con la harina de las semillas de *Moringa oleifera* fue realizado con la prueba de Jarras, en un equipo con un agitador múltiple de velocidad variable, marca Phipps y Birds Inc, modelo N° 300, que creó una turbulencia simultánea en 6 vasos de precipitado de 1L, en el cual se encontraban 500 mL del efluente proveniente del lavado de vehículos. Se fijaron las condiciones de agitación para todos los tratamientos (Tabla 2) se midieron los parámetros turbidez, color y pH al final de cada ensayo como parámetros control.

Tabla 2 Condiciones de operación de la prueba de Jarra

Tiempo de Agitación	Revolución por minuto
1 (un) minuto	Agitación rápida a 100 rpm
15 (quince) minutos	Agitación lenta a 40 rpm
30 (treinta) minutos	Sin agitación

Resultados y discusión

Caracterización fisicoquímica del agua residual proveniente del lavado de vehículos

La Tabla 3 muestra los valores medios y la desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos medidos en la caracterización del efluente proveniente del lavado de vehículos. De igual manera, se indican los valores máximos permisibles por la norma venezolana para la descarga a cuerpos de agua (Gaceta Oficial 1995).

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica del efluente a la salida del lavado de vehículos

Parámetro	Unidad de expresión	Valor (media ± DE)	Límites máximos establecidos por la norma venezolana de descarga a cuerpos de agua
Aceites y grasas vegetales	mg/L	17,5± 1,9	20
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	297,0 ± 32,5	---
Cloruros	mg/L	28,0± 2,8	1000
Color aparente	UC Pt-Co	600± 15	---
Color real	UC Pt-Co	69± 15	500
Turbidez	NTU	142,0 ± 2,5	---
DBO ₅₋₂₀	mg/L	69,0 ± 0,6	60
DQO _T	mg/L	197,0± 2,5	350
Fósforo total	mg/L	0,67± 1,30	10
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	0,56 ± 0,20	40
pH	---	7,15 ± 0,11	6-9
Sólidos flotantes	mg/L	Ausentes	Ausentes
Sólidos sedimentables	mg/L	0,1± 0.6	1,0
Sólidos totales	mg/L	630,1 ± 1,9	---
Sulfatos	mg/L	53,7 ± 2,4	1000

DE = desviación estándar. N = 3. N = número de mediciones realizadas.

El efluente proveniente del lavado de vehículos se caracterizó por presentar un pH promedio de 7,15 unidades, valor que se encuentra dentro del rango establecido en la normativa venezolana para descarga a cuerpos de agua (Gaceta Oficial 1995).

En relación a la medición de color aparente y turbidez, el efluente presentó valores promedios de 600 UC Pt-Co y 142 UNT, respectivamente; se observó que el valor de color real fue menor al límite establecido en la normativa venezolana para descargas en cuerpos de agua (Gaceta oficial 1995). El valor de color aparente obtenido fue superior al reportado por Silva (2012), quien obtuvo un valor inicial de 300 UC Pt-Co. Se infiere que la diferencia puede atribuirse a las características del sistema de lavado, el detergente empleando y al tipo de unidades lavadas.

El valor promedio de aceites y grasas fue 17,5 mg/L en el efluente caracterizado, valor que se encuentra dentro del rango en la normativa venezolana (Gaceta oficial 1995). La presencia de aceites y grasas puede deberse al tipo de lavado efectuado, es decir, solo carrocería, o inclusión de chasis y lavado interno. La concentración de sólidos totales fue de 630,1 mg/L, valores promedios similares fueron obtenidos por Silva (2012) y (Radin et al. 2014), quienes reportaron 628,0 y 650,0 mg/L, respectivamente.

La concentración promedio de materia orgánica medida como DQO_T fue de 169 mg/L, incluida dentro del rango establecido en la normativa venezolana para descarga en cuerpos de agua (Gaceta Oficial 1995). El valor de DQO_T fue menor a los reportados por (Terán et al. 2013) y Silva (2012), quienes obtuvieron 254,6 y 266,4 mg/L, respectivamente. La diferencia podría atribuirse al contenido de aceites y grasas y al material orgánico arrastrado durante el proceso de lavado. En relación a la medición de $DBO_{5,20}$, el efluente presentó un valor promedio de 69 mg/L, superior al límite establecido en la normativa venezolana para descargas en cuerpos de agua (Gaceta oficial 1995).

La relación $DBO_{5,20}/DQO_T$ fue de 0,35, la cual indica que el efluente proveniente del lavado de vehículos es poco biodegradable en relación a lo anterior (Inescop 2008) indica la no utilización de sistemas biológicos sino de procesos fisicoquímicos para su tratamiento, tales como la coagulación, floculación y filtración.

La mayoría de los parámetros medidos, se encontraron dentro de los límites establecidos por la normativa venezolana contemplada en el Decreto 883, exceptuando la concentración de $DBO_{5,20}$. Debido a lo antes discutido, se requirió aplicar un tratamiento fisicoquímico de coagulación y floculación para el tratamiento y la adecuación del efluente con fines de reutilización.

Selección de la dosis óptima del coagulante obtenido de las semillas de *M. oleifera* como coagulante empleado en el tratamiento de aguas proveniente del lavado de vehículos

La Figura 1 muestra el desempeño del coagulante natural en la remoción de turbidez y color. No se observó variación de color cuando se utilizaron dosis inferiores de 150 mg/L, mientras que cuando se utilizaron en un rango de 175 a 300 mg/L, se obtuvo una disminución de 200 a 100 UC Pt-Co, lo que representó un 50% de remoción. La máxima remoción de color (92,5%) se observó cuando se utilizó una dosis de 900 mg/L del coagulante de *M. oleifera*, obteniendo un valor de color residual de 15 UC Pt-Co.

Los menores valores de color y turbidez residual se obtuvieron cuando se utilizaron elevadas dosis del coagulante natural, mayores a 800 mg/L. Al respecto, Asrafuzzamanet *et al.* (2011), tratando aguas de alta turbidez (350 UNT), concluyeron que un mejor desempeño de la semilla de *M. oleifera* en la remoción de color y turbidez se obtiene cuando se utilizan elevadas dosis, mayores a 800 mg/L. La efectividad del coagulante obtenido de semilla de *Moringa oleifera* a altas dosis podría deberse a su mecanismo de coagulación, el cual implica la adsorción y neutralización de cargas y cuyos agentes activos responsables del proceso son las proteínas catiónicas diméricas (Guzmán *et al.* 2013).

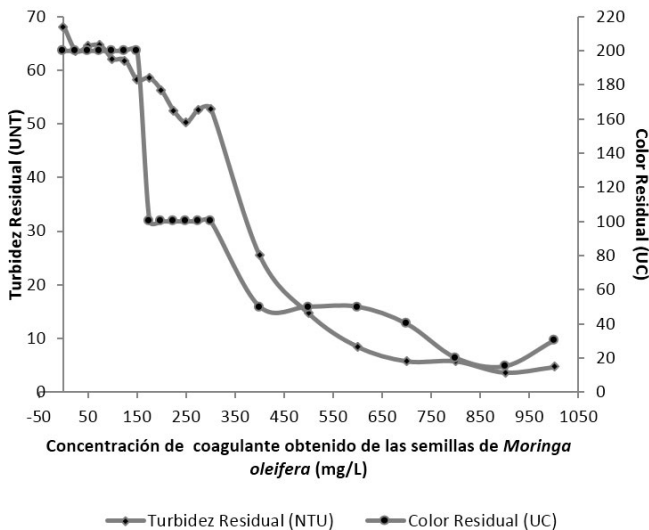


Figura 1. Variación del color y la turbidez residual a diferentes dosis del coagulante obtenido de las semillas de *Moringa oleifera*.

La figura 1 muestra que para dosis superiores a 900 mg/L, el aumento en la dosis del coagulante provocó un leve incremento de los valores de turbidez y color residual, esto puede ser explicado por el hecho de que la sobredosisificación del coagulante puede conducir de nuevo a la desestabilización (Fuentes *et al.* 2011). El excedente de coagulante natural conduce a la dispersión de las partículas coloidales proporcionando color al agua (González *et al.* 2006).

La Figura 2 muestra el pH luego del proceso de coagulación-floculación para cada una de las dosis aplicadas de *M. oleifera*. Se observó que el pH disminuyó ligeramente de 7,15 unidades en un rango que osciló entre 6,80 y 6,32 unidades para una dosis entre 100-800 mg/L. Los valores reportados luego del tratamiento fisicoquímico, coinciden con los obtenidos por Radin et al. (2014), quienes observaron que la semilla de *M. oleifera* tiene un buen desempeño, independientemente del pH del agua, debido a que éste se mantiene constante con la aplicación del coagulante entre valores de 6,7 y 7,2 unidades. El desempeño del coagulante obtenido a partir de las semillas de *M. oleifera* en este rango de pH es una ventaja para los países en desarrollo, donde a menudo no es posible controlar en forma efectiva el pH previo a la coagulación (González et al. 2006).

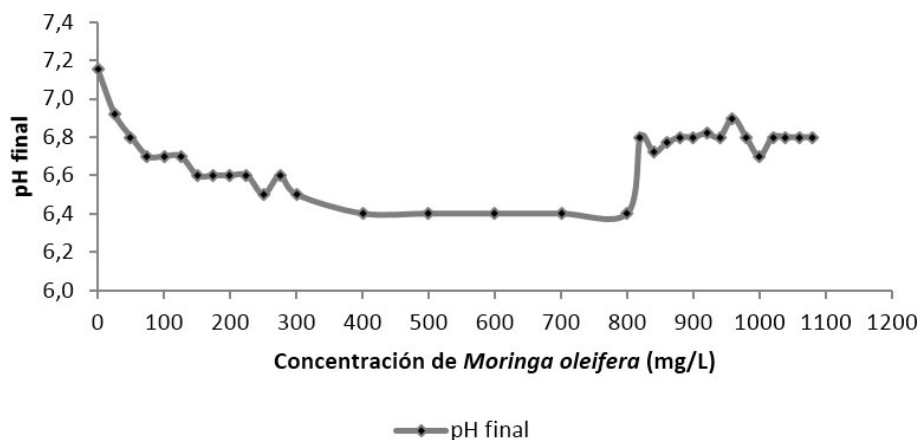


Figura 2. Variación del pH en el efluente tratado a diferentes dosis del coagulante preparado con las semillas de *M. Moringa*.

A 900 mg/L del coagulante preparado con las semillas de *M. oleifera* se obtuvo un pH final de 6,82 unidades, cumpliendo con los estándares de calidad para el agua según la norma venezolana vigente para descarga en cuerpos de agua (Gaceta oficial 1995).

La dosis óptima es el menor valor de turbidez que se obtiene con la menor dosis de coagulante, Debido a lo antes expuesto se seleccionó la dosis de 900 mg/L como dosis óptima para una turbidez (3,70 UNT) obteniendo también los siguientes valores de pH (6,82 unidades) y color (15 UC Pt-Co) a la salida del tratamiento de coagulación floculación. Se analizaron además los parámetros DQO_T y sólidos totales, obteniendo valores medios de 18,89 mg/L, 86,33 mg/L respectivamente, los porcentajes de remoción se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Porcentajes de remoción de los contaminantes en el efluente tratado con *M. oleifera*.

Tratamiento	Dosis óptima (mg/L)	Porcentajes de Remoción (%)			
		Color	Turbidez	DQO _T	Sólidos Totales
<i>Moringa oleifera</i>	900	92,5± 0,00	94,62± 0,08	90,41 ± 3,20	86,77± 0,92

Nota: media con diferentes letras en una misma columna representan diferencias significativas para un nivel de significancia de 5% ($p \leq 0,05$)

Reutilización del efluente proveniente del lavado de vehículos

La Tabla 5 muestra la comparación entre el agua que se utiliza para el lavado de vehículos, y el agua la salida del tratamiento de coagulación utilizando *M. oleifera*, mediante la cual se logró un efluente de calidad que podría ser reutilizado con diversas finalidades.

Tabla 5. Comparación entre el agua utilizada para el lavado de vehículos y el efluente tratado con el coagulante obtenido de *M. oleifera*.

Parámetro/Unidad	Agua natural	Agua tratada
pH	7,4 ± 0,5	6,43 ± 0,07
Alcalinidad total	110 ± 0,5	283,3 ± 160,7
DQO (mg/L)	22,5 ± 4,5	18,89 ± 6,29
Turbidez (NTU)	3,5 ± 0,1	3,7±0,1
Color aparente (UC)	20 ± 0,9	15,0± 0,0
Sólidos totales (mg/l)	280 ± 1,2	83,3 ± 5,8

La concentración promedio de materia orgánica, a la salida del tratamiento con el coagulante preparado de las semillas de *M. oleifera*, es de 18,9 mg/L, valor menor a la DQO inicial del agua. El color y la turbidez del agua utilizada para el lavado de vehículos se encontró en 20 UC y 3,5 UNT, respectivamente, antes de su utilización; al comparar los valores iniciales con la salida del tratamiento empleando *M. oleifera* como coagulante, se observó para los parámetros mencionados, que se alcanzaron valores inferiores a los presentados por el agua utilizada para el lavado de vehículos, lo que indica que el tratamiento con *M. oleifera* representa una alternativa eficaz para el tratamiento de aguas provenientes del lavado de vehículos con fines de reutilización.

Al comparar la salida del tratamiento realizado con el coagulante obtenido de semillas *M. oleifera*, se observó que el efluente tratado cumple con normas internacionales tales como el Real Decreto 1620/2.007 (Real Decreto 2007), el cual establece que el valor máximo permisible de turbidez para la reutilización de un efluente en el lavado industrial de vehículos es 10 UNT. por otro lado la Agencia de protección ambiental de EEUU (EPA 1999) establece que el valor de turbidez para la reutilización de agua en el proceso de lavado de coches debe ser menor a 2 UNT, por lo tanto el efluente tratado no califica dentro de los valores establecidos por la EPA; sin embargo como se observó, luego del tratamiento con el coagulante de *M. oleifera* el efluente presentó valores de turbidez por debajo de los reportados en el agua antes de su utilización, por lo que se puede concluir que la normativa de reutilización de la EPA, posee rangos muy estrictos, difíciles de cumplir y no acordes a la realidad del proceso de lavado de vehículos estudiado.

La norma venezolana, en su decreto 883 (Gaceta Oficial 1995) no establece limitaciones con respecto a la turbidez para aguas del subtipo estudiado; sin embargo, si se compara con los valores que establece para descargas a cuerpos de aguas, el resto de los parámetros evaluados cumplen con los límites establecidos.

Conclusiones

Los parámetros fisicoquímicos del efluente provenientes del lavado de vehículos cumplen con los límites permisibles establecidos en norma COVENIN. Exceptuando la concentración de materia orgánica biodegradable medida como DBO_{5,20}.

El coagulante obtenido a partir de la semilla de *Moringa oleifera* resultó ser una buena opción para el tratamiento fisicoquímico de las aguas provenientes del lavado de vehículos.

Los porcentajes de remoción de color, turbidez, DQOT y sólidos totales fueron 92,5%, 94,6%, 91,41% y 86,77% respectivamente, y un pH de 6,82 unidades con una dosis óptima de 900 mg/L.

Es posible reutilizar el agua proveniente del lavado de autos utilizando semillas de *Moringa oleifera*.

Literatura Citada

- AL-ODWANI, M., S. AHMED Y B. HAMAD. 2007. Water Carwash water reclamation in Kuwait. Desalination, 206(1): 17-28.
- APHA-AWWA-WEF. 2005. Standard methods for examination of water and wastewater (20 ed.). American Public Health Association, New York, EEUU, pp.1427.
- AZRAFUZZAMAN, M., A. FAKHURUDDIN Y H. ALAMGHI. 2011. Reduction of turbidity of water using locally available natural coagulants. Int. Scholarly Res. Network.ISRN Microbiology, pp. 6-12.

- CASTRO, F. Y F. SILVA. 2004. *Moringa oleifera* namelhoria da qualidade de efluentes de uasb e de lagoa de maturação-remoção de cor e turbidez. In: XI silubesa - simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Pp 125-132
- COVENIN. 1981. Norma para aceites y grasas y sustancias leguminosas. pp. 1785-81
- CHAN, C., N. KHAMIS Y R. MOHAMED. 2014. Using a peat media for laundry greywater filtration: Geochemical and water quality check. Middle-East Journal of Scientific Research. 17 (5): 647-659.
- CHRISTINE, E. 2010. Environmental regulation in Uganda: success and challenges. Environmental and development journal. Pp.20.
- EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1999. Guidance Manual, Alternative Disinfectants and Oxidants. Washington, EE UU.pp.1183.
- FUENTES, L., I. MENDOZA, M. LÓPEZ, M. CASTRO Y C. URDANETA. 2011. Efectividad de un coagulante extraído de *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb en la potabilización del agua. Rev.Téc. Ing. Univ. Zulia. 34(1): 48-56.
- GHEBREMICHAEL K., K. GUNARATNA, H. HENRIKSSON, H. BRUMER, Y H. DALHAMMAR. 2005. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed. Water Res. 39: 2338-2344.
- GONZÁLEZ, G., M. CHÁVEZ, D. MEJÍAS, M. MAS Y RUBÍ, N. FERNÁNDEZ Y G. LEÓN. 2006. Uso del exudado gomoso producido por *Samanea saman* en la potabilización de las aguas. Rev.Téc. Ing. Universidad del Zulia. 29(1): 14-22.
- GUZMÁN, L., A. VILLABONA, C. TEJADA Y R. GARCÍA. 2013. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. Rev. U.D.C.A Act y Div. Cient. 16(1): 253-262.
- INESCOP. CENTRO DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA. 2008. Aplicación de bioensayos respirométricos en aguas de tenerías. Dpto. del medio amb.de INESCOP. Alicante, España. 16 p.
- MAS Y RUBÍ, M., D. MARTÍNEZ, S. CARRASQUERO Y L. VARGAS. 2011. Uso de la *Moringa oleifera* para el mejoramiento de la calidad del agua de un efluente doméstico proveniente de lagunas de estabilización. Bol. Centro Invest. Biol. 45(2): 169-180.
- MENDOZA, I., N. FERNÁNDEZ, E. GRETTE Y A. DÍAZ. 2000. Uso de la *Moringa oleifera* como coagulante en la potabilización de las aguas. Revista científica de la Facultad Experimental de Ciencias, 8(2): 235-242.
- MOHAMED R., A. KASSIM, M. ANDA Y S. DALLAS. 2013. A monitoring of environmental effects from household greywater reuse for garden irrigation. Environmental Monitoring and Assessment.185(10):8473-8488.
- MOHAMED R., A. KASSIM, M. ANDA Y S. DALLAS. 2014. The effects of elements mass balance from turf grass irrigated with laundry and bathroom greywater treatment. Journal of Materials and Environmental Science. 5(6): 2021-2029.

- MORALES, A., N. MÉNDEZ Y D. TAMAYO. 2009. Tratamiento de aguas residuales de rastro mediante semillas de *Moringa oleifera* LAM como coagulante. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10.
- RADIN, M., A. RAHMAN, Y M. KASSIN. 2014. *Moringa oleifera* and *Strychnos potatorum* seeds as natural coagulant compared with synthetic common coagulants in treating car wash wastewater: case 1. Asian Journal of Applied Sciences.
- Real Decreto 1620/2007, 7 diciembre por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. N° 294. Ministerio de medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España pp.23
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 1995. Decreto 883. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial N° 5021. Venezuela. pp. 17.
- RODRÍGUEZ, A., R. GARCÍA, M. GARCÍA, S. VALIÑO, S. FERNÁNDEZ Y G. SANZ. 2007. Informe de vigilancia tecnológica: Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. pp.11
- SILVA, N. (2012). Evaluación del tratamiento de coagulación-floculación y filtración de aguas del lavado de vehículos para su reutilización. Trabajo de Grado. División de estudios para graduados. Universidad del Zulia. pp.123
- SUNDAY, C. 2014. Strategies of environmental risk management in Nigeria. Global Advance Research Journal of Management and Business Studies. 3(1): 011-015.
- TERÁN, K., M. TROCONIS, M. MAS Y RUBÍ, A. RINCÓN, A. DÍAZ, Y S. CARRASQUERO. 2013. Tratamiento de efluentes provenientes del lavado de vehículos con cloruro de calcio. II Congreso Venezolano y III Jornadas de Investigación Estudiantil. 21 al 23 de octubre de 2013, Maracaibo, Venezuela, p: 332-340.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

**BOLETÍN DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Vol.51 N° 1 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en abril de 2017, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve