

EVALUACIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPA COMO FLOCULANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.

EVALUATION POTATO STARCH AS A FLOCCULANT IN THE TREATMENT OF DOMESTIC SEWAGE

Fecha de recibido: Octubre 13 de 2014

Fecha de aprobado: Marzo 3 de 2015

Herrera, M. E.*

*Msc. María Eugenia Herrera Tovar. Bióloga, Grupo de Investigación en Química y Tecnología de Alimentos, Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Posgrados en Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, e-mail: mariaeugenia.herrera@uptc.edu.co; mahe1008@yahoo.es

Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303 Ext. 140

Abstract: The use and efficient water management is a necessity that must be solved immediately; water as well as being an essential element for life has properties that make it indispensable for the development of any human activity; improper way is using much of the wastewater makes this source of water, which sometimes is reused for irrigation, will constitute a potential health problem for the contamination of soil, groundwater and eutrophication water bodies.

It is considered that the water is contaminated when they are altered their chemical, physical, biological characteristics or composition. The increase in wastewater generation has forced engineering to search, find and implement alternatives for treatment and efficient, autonomous and economically viable debugging; within these alternatives can be found using organic polymers or naturally occurring unlike synthetic generally used in conventional treatment plants have low or no toxicity because in many cases used as foodstuffs, are of better removal by the environment, less harmful, environmentally safe to remove the turbidity of the water, added to the above, the ability of the department Boyacense be one of the largest producers of tubers of the highest quality. For which native starch was obtained and was chemically modified in the laboratory by acetylation, it was characterized by FTIR and SEM, simulation tests (jar tests) were performed to determine the concentration and optimal dose of the solution to be applied, assessing turbidity, color and pH. The results indicate that potato starch, whether native or acetylated as alternative technique of coagulation - flocculation is good and conducive to replace aluminum sulfate, because their removal percentages are similar, which is set to a choice of adaptable, flexible and feasible operating conditions for conventional treatment plants wastewater to thereby perform adequate insurance technology and reused for other purposes.

Resumen: El uso y manejo eficiente del agua es una necesidad que debe resolverse de manera inmediata; el agua además de ser un elemento imprescindible para la vida posee propiedades que la convierten en indispensable para el desarrollo de cualquier actividad humana; la forma inadecuada como se está utilizando gran parte del agua

residual hace que esta fuente de agua, que en ocasiones es reutilizada para riego, se constituya en un problema potencial para la salud, para la contaminación de suelos, aguas subterráneas y para la eutrofización de cuerpos de agua.

Se considera que el agua está contaminada cuando se ven alteradas sus características químicas, físicas, biológicas o su composición. El incremento en la generación de aguas residuales ha obligado a la ingeniería a buscar, encontrar y aplicar alternativas de tratamiento y depuración eficientes, autónomas y económicamente viables; dentro de estas alternativas se puede encontrar la utilización de polímeros orgánicos o de origen natural que a diferencia de los sintéticos usados generalmente en las plantas de tratamiento convencionales presentan la mínima o nula toxicidad dado que en muchos casos se utilizan como comestibles, son de mejor remoción por parte del medio ambiente, menos perjudiciales, ambientalmente inocuos para remover la turbidez de las aguas, sumado a lo anterior la capacidad que tiene el departamento Boyacense de ser unos de los mayores productores de tubérculos de la mejor calidad. Para lo cual se obtuvo Almidón Nativo y se modificó químicamente en laboratorio mediante acetilación, se caracterizó por FTIR y MEB, se realizaron ensayos de simulación (pruebas de jarras) para determinar la concentración y dosis óptima de la solución a ser aplicada, evaluando su turbiedad, color y pH. Los resultados obtenidos señalan que el almidón de papa, ya sea Nativo o Acetilado, como alternativa técnica de coagulación - floculación es buena y favorable para reemplazar al sulfato de aluminio, debido a que sus porcentajes de remoción son similares, por lo cual se establece como una opción de tecnología adaptable, viable y flexible a las condiciones de operación de las plantas de tratamientos de aguas residuales convencionales para de esta manera realizar un adecuado y seguro reusó destinado a otros fines.

Keywords: Starch, Potato jar test, Coagulation, Flocculation.

Palabras Claves: Almidón, Papa, Prueba de jarras, Coagulación, Floculación.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico e industrial, el incremento de la producción industrial y el crecimiento de las poblaciones ha ocasionado que los contaminantes de los residuos líquidos (industriales, domésticos) se incrementen día a día, en volumen, carga, concentración y diversidad, que al verterlas sobre los cuerpos receptores generan también incrementos en el grado de contaminación y efectos nocivos sobre las distintas formas de vida presentes en estas corrientes (Ramón & Maldonado 2016)

Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en una de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.

Esta situación se refleja en el aumento de las descargas de tipo doméstico y productivo, deteriorando cada vez más el estado de la calidad del recurso. La situación se hace más crítica cuando la corriente tiene un uso definido aguas abajo, pues se alteran las condiciones de calidad del agua requeridas para el abastecimiento de actividades específicas (doméstica, industrial, agrícola, pecuaria, etc.) y la vida acuática (Ortega, 2015).

Teniendo en cuenta que el agua es una sustancia química que es esencial para toda forma de vida, es empleada por el hombre para diversos fines, como para consumo humano, en la industria, en la agricultura, la recreación, los viajes y el comercio (Ibeto, et al.), sin embargo actualmente no se le está dando el verdadero valor que está mereciendo y es por esto que según datos del Banco Mundial en el mundo hay más de un billón de personas sin acceso a agua potable (Mounthon, 2007), y de acuerdo al Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento básico del Ministerio de Desarrollo, cerca de 1300 cuerpos de agua están siendo contaminados por ser los receptores de los vertimientos municipales (Ministerio del medio ambiente, 2012).

Para lo anterior se hace necesario el uso de un sistema de tratamiento de aguas superficiales, principalmente abocado a la separación de las partículas disueltas o suspendidas que contiene el agua en su estado natural, la cual incluye procesos de: coagulación-floculación, sedimentación, filtración y cloración. Teniendo en cuenta la naturaleza y complejidad de estos efluentes, es factible su tratamiento mediante procesos biológicos anaerobios por los bajos costos de operación y por las altas cargas orgánicas que estos sistemas pueden soportar (Días & Vega 2013).

Donde el primero se encarga principalmente de aglutinar las partículas pequeñas en masas que puedan precipitar, y los dos siguientes son meramente procesos de separación de estas masas. Con objeto de favorecer esta separación sólido-líquido se realiza una etapa previa de coagulación-floculación que desestabiliza estas suspensiones y permite la separación de una manera más eficaz (Neyret, 2005).

Entre los floculantes usados para la remoción de contaminantes se hallan los de origen natural y los sintéticos, los primeros son compuestos algínicos, derivados de la tuna y los almidones, como lo son los extraídos de tubérculos, raíces y cereales, y los sintéticos que son compuestos producidos por medio de la transformación química de derivados del carbón y del petróleo, la mayoría se encuentra en polvo seco (Delgadillo y Ramallo, 2003), y que al usarlos de manera convencional en las PTAR va a generar a largo plazo entre otros inconvenientes los siguientes; niveles demasiado altos de monómeros residuales en los productos finales, elevada densidad de carga iónica, persistencia en el medio durante muchos años, ocupando espacio en los rellenos sanitarios y causando daño al ambiente por la emisión de gases; generando de esta manera sustancias peligrosas y efectos secundarios en la salud humana principalmente enfermedades neurológicas como el Alzheimer (Molano, 2011), o pudiendo no ser removidas durante el tratamiento convencional antes de que estas sean reusadas por parte del usuario para diferentes fines, sumado a lo anterior los costos de adquisición (Rodríguez et al, 2007).

Teniendo en cuenta esta situación, día tras día se busca desarrollar e implementar nuevas tecnologías con las cuales se puedan llevar a cabo estos procesos de forma más económica, eficiente y amigable con el medio ambiente (Singley, 1986). Una de estas alternativas puede llegar a ser el uso de los polímeros naturales los cuales son aquellos que se producen debido a las reacciones bioquímicas naturales de animales y plantas. Estos polímeros son complejos en su composición química, están constituidos principalmente por varios tipos de polisacáridos y proteínas. Algunos de ellos tienen propiedades coagulantes o floculantes y en muchos lugares son usados en forma empírica por los nativos para aclarar el agua turbia con resultados satisfactorios (Vásquez, 1994). Diversos estudios realizados sobre coagulantes naturales han demostrado que son efectivos en la reducción de valores de turbiedad y color como lo reporta Rodríguez en el 2007 mediante el uso de almidón de yuca y maíz, Mendoza en el 2000 estudiando las semillas de Moringa oleífera, Martínez en el 2003 evaluando la corteza del

cactus y Olivero et al., experimentando con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el 2014. Estas y otras investigaciones han generado buenas expectativas para su utilización en el tratamiento de aguas.

De acuerdo con lo anterior, las alternativas de tratamiento de aguas basadas en la utilización de coagulantes naturales en los procesos de clarificación, se hace más que necesaria, imprescindible teniendo en cuenta las condiciones económicas actuales de muchos países (Vázquez, 1994).

La presente investigación persigue demostrar que con el uso del almidón nativo de la especie de papa (*Solanum tuberosum*) proveniente del Departamento de Boyacá-Colombia, cuenta con la capacidad para la remoción de turbidez de aguas contaminadas y por consiguiente una posible alternativa y sustituto de los polímeros sintéticos usados de manera convencional en las plantas de tratamiento de agua residual.

Marco teórico

Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en una de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.

Esta situación se refleja en el aumento de las descargas de tipo doméstico y productivo, deteriorando cada vez más el estado de la calidad del recurso. La situación se hace más crítica cuando la corriente tiene un uso definido aguas abajo, pues se alteran las condiciones de calidad del agua requeridas para el abastecimiento de actividades específicas (doméstica, industrial, agrícola, pecuaria, etc.) y la vida acuática.

Las evaluaciones reportan que los centros urbanos en Colombia captan alrededor de los 170 m³/seg, de agua de los cuales se pierden entre 40% y 50%, regresando al ambiente en forma de aguas residuales entre un 70% a 80% de las aguas consumidas. Se estima que en Colombia se descargan diariamente cerca de 700 toneladas de carga orgánica del sector doméstico urbano a los cuerpos de agua.

El inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Ministerio del Medio Ambiente, reporta que sólo 22% de las cabeceras municipales del país hacen tratamiento de las aguas residuales y muchas están funcionando deficientemente, o lo que es más crítico sin ser operadas.

Se reporta que los departamentos con mayor cobertura de plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR (operando y/o en diseño) son Cundinamarca (38 PTAR), Antioquia (26 PTAR), Cesar (14 PTAR), Valle del Cauca (14 PTAR) y Tolima (13 PTAR).

La contaminación hídrica no es exclusiva de los centros urbanos, pero una alta proporción (más de 50%) de las cargas contaminantes son generadas por los vertimientos domésticos de los municipios; se destacan como zonas críticas las áreas metropolitanas y centros urbanos mayores tales como Bogotá - Soacha; Cali - Yumbo; Medellín - Valle de Aburrá; Bucaramanga-Floridablanca; Pereira - Dosquebradas - La Virginia; Barranquilla - Soledad; Cartagena Mamonal y Santa Marta, entre otros; afectando ecosistemas hídricos tan importantes como los ríos Bogotá, Cauca, Medellín, Magdalena, Otún - Consota, la bahía de Cartagena y Barranquilla, entre otros.

Según el Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Desarrollo, cerca de 1300 cuerpos de agua están siendo contaminados por ser los receptores de los vertimientos municipales.

Esta situación hace que la disponibilidad del recurso sea limitada en muchas regiones del país principalmente para consumo humano y recreativo.

La sobresaturación de carga orgánica desequilibra los ecosistemas acuáticos y genera condiciones anóxicas (sin oxígeno) de difícil recuperación que limitan la vida de las comunidades acuáticas y generan procesos de eutrofización de lagos y lagunas por sobre-abundancia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) (Ministerio del Medio Ambiente, 2012)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el Laboratorio de Investigación en Química y Tecnología de Alimentos.

La metodología se dividió en cuatro fases, como siguen:

2.1 Fase I: Extracción del almidón:

Para evitar que la materia prima a utilizar sufriera algún tipo de deterioro fisiológico a causa de la acumulación de compuestos fenólicos, microbiológicos y/o mecánicos, se dio el uso en un tiempo inferior a 24 horas, luego de su cosecha. La fase de extracción se desarrolló siguiendo el procedimiento de la Figura 1.

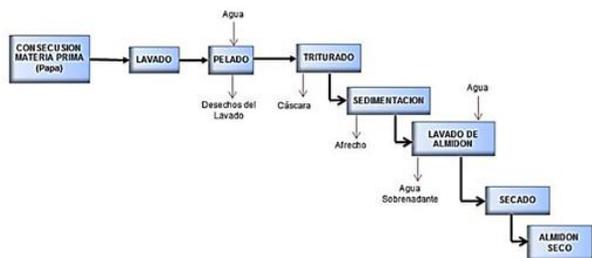


Figura 1. Extracción del Almidón

Se desarrolló un control de calidad de la materia prima mediante un análisis básico de humedad, fibra y cenizas por métodos gravimétricos y colorimétricos de acuerdo a las normas del AOAC (Association of Analytical Communities).

Obtenido el almidón se realizaron los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de rendimiento.

2.2 Fase II: Modificación química del almidón por acetilación.

El almidón Acetilado (AA) se obtuvo en el laboratorio siguiendo la metodología propuesta por (Phillips et al., 1999) con algunas modificaciones. Se suspendieron 50 g de almidón nativo (AN) en base seca, en 250 ml de agua destilada, se ajustó el pH a 8.4 y se agitó constantemente por 30 minutos, se añadió lentamente 4,2 g de anhídrido acético manteniendo el pH entre 8.0-8.4, después se ajustó el pH a 4.5 con HCl 0.1N, se filtró y el precipitado se lavó cuatro veces con agua destilada, se secó a 35°C en estufa por 48 horas y el almidón obtenido se molió y tamizó.

2.3 Fase III: Identificación Estructural mediante análisis instrumental

Análisis de Espectroscopia Infrarroja FTIR

Los espectros IR del AN y AA se obtuvieron con un equipo IRPrestige-21 marca SHIMADZU.

Análisis de microscopia electrónica de barrido (MEB).

La morfología del AN y AA se observaron en un equipo LEO-430. Las muestras se recubrieron con una película delgada de carbono en vacío y se tomaron micrografías a 2000x.

2.4 Fase IV: Prueba de jarras

La Prueba de Jarras es la técnica más ampliamente usada para determinar la dosis óptima o mejor dosis de químicos para procesos de coagulación-floculación a nivel de laboratorio, como se ilustra en la Figura 2.

Se tomó como fuente de abastecimiento, el agua residual procedente del Municipio de Paipa a la altura de la Central Termoeléctrica, la cual mantuvo una turbiedad en promedio de 355 UNT, Color 1660 UPC y pH de 7.34. La determinación de turbiedad, color y pH se realizó según los métodos normalizados del APHA/AWWA/ número 2130 y 2120 respectivamente.

El ensayo de jarras tuvo las siguientes consideraciones técnicas:

- 1) La solución patrón para el sulfato de aluminio tipo B, fue del 1% y la de los almidones de papa del 0,5%.
- 2) El mezclado rápido se realizó a 120 RPM por un minuto, Figura 3.
- 3) Para la operación de floculación se utilizó un tiempo de 20 min a velocidad de 30 RPM.
- 4) En la sedimentación, el tiempo de decantación fue de 20 minutos, sin gradiente de velocidad.
- 5) Para la determinación de la dosis del Sulfato de Aluminio, se tomó en referencia teniendo en cuenta las dosis reportadas en la mayoría de los estudios consultados, las cuales por lo general se encontraban en el intervalo de 30 a 60 mg/L.



Figura 2. Equipo de Jarras

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje rendimiento de almidón:

La siguiente Tabla, muestra el porcentaje de rendimiento del almidón de papa.

Tabla 1.- Rendimiento del almidón de papa

MATERIAL	CANTIDAD	% RENDIMIENTO
----------	----------	---------------

		TEORICO
Peso inicial (g)	1000	12 – 19
Pérdida o Regazo (%)	81,21	
Almidón (%)	18,79	

El porcentaje de rendimiento obtenido de la especie de papa, se encuentra dentro del rango promedio de los parámetros teóricos según Mora en el 2006. Sin embargo cabe resaltar que en el proceso de pelado y lavado hay pérdida de almidón. Este porcentaje de rendimiento fue favorable, debido al proceso de extracción satisfactorio.

Caracterización del almidón:

La Tabla 2, presenta las características químicas del almidón de papa, de acuerdo a los datos obtenidos en la caracterización del almidón nativo se encontró un valor de humedad del 18.10% siendo un resultado mayor con respecto a la teoría según lo reportado por Arguello en el 2004, por lo cual se aumenta el riesgo a generar actividad de agua en el almacenamiento del almidón y por ende a un posible ataque de microorganismos. Mientras que la ceniza y la fibra disminuyen notoriamente, debido a que en el proceso de extracción y purificación del almidón dichos elementos fueron retirados en su mayoría. Básicamente estos porcentajes bajos determinan la eficiencia en el proceso de extracción

Tabla 2.- Caracterización del almidón de papa

VARIABLE	ALMIDÓN DE PAPA	TEÓRICO
HUMEDAD	18,10 %	13,10 %
CENIZAS	0,23 %	0,2863%
FIBRA	0,0093 %	0,2 %

Análisis de Espectroscopia Infrarroja FTIR

En la Figura 3, se presenta el espectro FTIR del AN el cual presenta las bandas características para este tipo de compuesto. La vibración del grupo hidroxilo aparece como una banda ancha en 3273 cm⁻¹, la vibración del enlace C-O de hidroxilos secundarios aparece en 995 cm⁻¹ y la vibración C-O-C en 1149 cm⁻¹, las bandas de vibraciones de tensión en el plano correspondientes a OH, se localizan en 1336 cm⁻¹ y la banda de tensión fuera del plano correspondiente a CH se encuentra en 1076 cm⁻¹. Confirmándose de esta manera la molécula de glucosa presente en el almidón nativo extraído de la papa.

En cuanto al espectro FTIR del AA se observa la formación de dos nuevas bandas; a 1728 cm⁻¹, que se atribuye a la vibración del grupo carbonilo, formado por la reacción de acetilación de los grupos hidroxilo y otra a 1228 cm⁻¹, característica de la vibración de tensión de los enlaces C-O de la función éster. La vibración de tensión de los enlaces O-H, C-C de los ésteres, aparecen a 1149 cm⁻¹. La vibración de flexión del grupo metilo del éster que se formó, aparece a 1369 cm⁻¹. Debido al alto grado de sustitución se observa que la intensidad de la banda

correspondiente al grupo OH disminuye de manera considerable. Lo anterior denota claramente una modificación química del almidón.

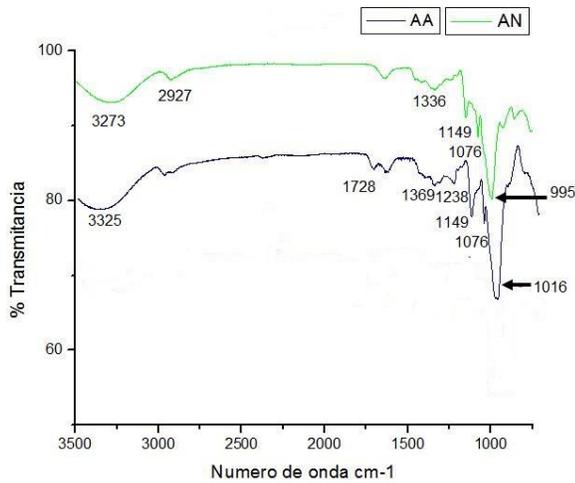


Figura 3. Espectro FTIR; Almidón Nativo y Acetilado

Análisis de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)

Al ser observadas las micrografías, se tiene que los gránulos del Almidón Nativo presentan formas circulares para los tamaños pequeños y elípticos para los tamaños grandes. Se observó que el almidón de papa muestra una distribución normal de tamaño, este rango de distribución va de 5 a 40 μm , lo que significa que dichos almidones poseen gránulos pequeños, medianos y grandes (Robles, 2012). Aquellos altos en amilosa, tienden a ser más alargados e irregulares, Figura 4.

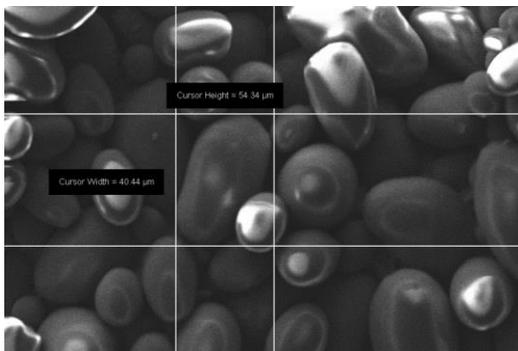


Figura 3. Fotografías de MEB, Almidón Nativo de papa

Mientras que en el AA, Figura 4, muchos de los gránulos han perdido su forma, además que se inicia la creación de aglomerados indicando de esta manera una fuerte unión entre los puentes de hidrógenos de cada una de las cadenas del polímero. El tamaño de los aglomerados en el almidón acetilado, revela un tipo de cohesión intergranular diferente, que puede deberse a las modificaciones en los grupos funcionales, que se traducen a su vez en el incremento en los enlaces de hidrogeno y una consecuente fusión intergranular (Singh, Chawla y Singh, 2004).

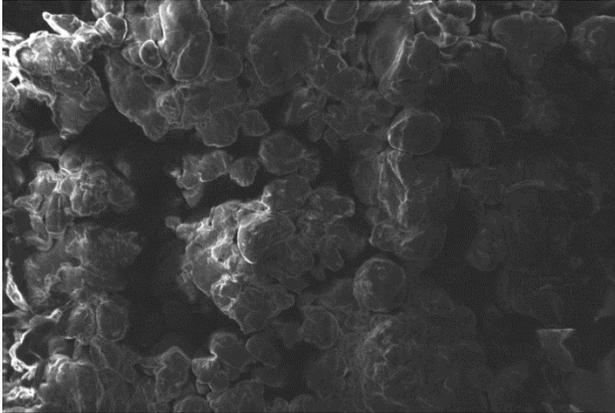


Figura 4. Fotografías de MEB, Almidón Acetilado de papa

Muestra: Se tomó como fuente de abastecimiento, el agua residual procedente de un caño del Municipio de Paipa- Boyacá que capta las aguas negras de aproximadamente 100 viviendas, a la altura de la Central Termoeléctrica de Papa. El tipo de agua residual que se presenta es de origen domestico; la fuente hídrica afectada por este vertimiento es el Rio Chicamocha.

Las características fisicoquímicas iniciales de la muestra de agua objeto del estudio se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.-Características iniciales del agua residual

Parámetro	Valor
Turbiedad (NTU)	355
Color (Pt-Co)	1660
Solidos Sedimentables (ml/L)	8,5
pH	7,34

Ensayo de jarras: El coagulante en polvo (Almidón) antes de ser adicionado a las muestras de agua cruda, se solubilizó en agua destilada, para lograrlo se agito durante 15 minutos a 250 rpm, manteniendo una temperatura de 35 °C.

El coagulante en polvo (Almidón) antes de ser adicionado a las muestras de agua cruda, se solubilizó en agua destilada, para lograrlo se agito durante 15 minutos a 250 rpm, manteniendo una temperatura de 35 °C.

En las figuras 5 a 7 se presentan los valores de la turbiedad y el color del agua tratada con los coagulantes estudiados; sulfato de aluminio, Almidón Nativo (AN) y Acetilado de papa (AA).

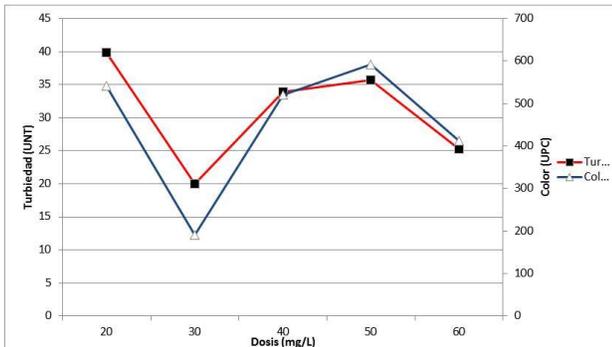


Figura 5. Comportamiento del Sulfato de Al

En la Figura 5, se observa que el coagulante utilizado tradicionalmente (Sulfato de Aluminio) para una dosis optima 30 mg/L, genera rendimientos de turbiedad próximos a los 20 UNT, color sobre los 190.5 UPC y un pH de 7,43. Lo cual indica que continúa siendo un agua con un color residual alto y que no se lograr alcanzar valores cercanos a los expuestos por el decreto 1594 de 1984.

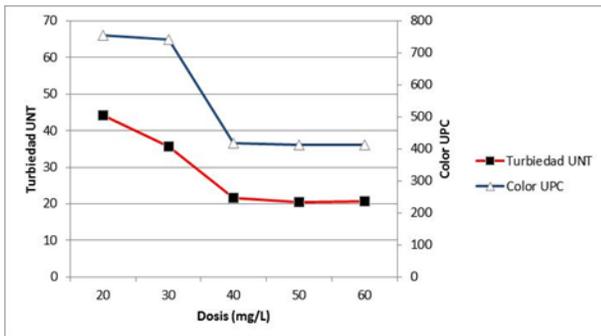


Figura 6. Comportamiento del AN.

En términos de la utilización del almidón nativo de papa para la remoción de color y turbidez, se observa en la Figura 6 que al aplicar este coagulante en una dosis optima de 50 mg/L, conduce a aportar beneficios apreciables en la calidad del agua tratada, arrojando valores de turbiedad de 20.4 UNT, color de 412 UPC y pH 7,56, valores próximos a los encontrados con el uso del sulfato de aluminio, exceptuando el valor de color que fue aproximadamente 2 veces más alto que el anterior. Lo cual representa ser muy favorable en la operación del tratamiento de aguas residuales.

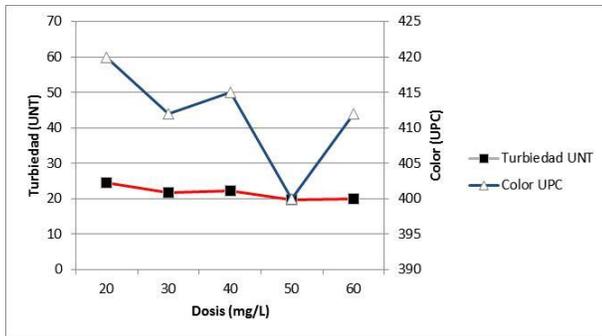


Figura 7. Comportamiento del AA.

En la Figura 7, se aprecia que mediante la utilización del Almidón Acetilado de papa, se alcanza una disminución gradual de la turbidez al adicionar una dosis optima de 50 mg/L, lo cual conduce a mejorar benéficamente la calidad del agua tratada, ya que está arroja valores de turbiedad menores de 19,6 UNT, color de 400 UPC y pH 7,56.

De lo anterior se puede determinar que de los almidones trabajados (AN y AA), el que refleja valores más bajos de color y turbiedad corresponde al Almidón Acetilado, comparado con el Sulfato de aluminio (coagulante tradicional); el valor del color si es considerablemente bajo. Sin embargo se puede establecer que el resultado del uso del almidón es satisfactorio, ya que, esta etapa de clarificación podría llegar a ser una de las etapas previas en el tratamiento de agua y estos parámetros pueden llegar a alcanzar valores más bajos en combinación de procesos posteriores.

Según los resultados presentados, en términos de remoción de turbiedad, se observó que el almidón de papa nativo o modificado (Acetilado), presenta una calidad aceptable desde el punto de vista fisicoquímico, y pueden llegar a ser utilizados como coagulantes primarios en el tratamiento de aguas residuales.

El uso de polímeros orgánicos provenientes del almidón de papa, ya sea nativo o modificado químicamente por acetilación, han demostrado mejorar la calidad del efluente e incrementa la velocidad de sedimentación, por lo cual al utilizar como coagulante natural al almidón de papa se reduciría el volumen de lodos depositados, de esta manera se facilita la disposición final y la reducción de costos de tratamiento.

El almidón de papa, puede ser utilizado como una alternativa para la remoción de carga contaminante en los cuerpos de agua, tanto en centros urbanos como rurales, garantizando su reusó y reduciendo el riesgo potencial a la salud y la eutrofización de las aguas.

4. CONCLUSIONES

La mayoría de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Colombia usan generalmente sales de aluminio o de hierro, en muy pocos casos optan por utilizar polímeros naturales para la desestabilización de partículas coloidales presentes en los efluentes, debido principalmente al desconocimiento que existe por las ventajas y cualidades que cuentan estos productos naturales en el tratamiento de las aguas contaminadas.

Los resultados experimentales establecidos en condiciones de ensayo arrojan que el mejor coagulante-floculante fue el almidón de papa nativo ya que arroja datos muy próximos a los hallados con el sulfato de aluminio, sin embargo la acetilación del almidón presenta valores próximos a los anteriores pero por costos no se justificaría realizar dicha modificación, de la misma manera se indica que no es la modificación adecuada ya que con esta se consigue una aglomeración de los gránulos y por ende se dificulta una buena realización del proceso de coagulación-floculación.

Este tipo de coagulante-floculante natural surte efectos positivos en la remoción de partículas coloidales sin alterar el pH del agua después del tratamiento, sus lodos son inocuos y de menor cantidad que en los procesos con sulfato de aluminio.

Lo anterior muestra una alternativa viable para reemplazar el uso del sulfato de aluminio inicialmente en zonas urbanas y periurbanas donde no es posible hacer llegar el producto coagulante. Esta acción disminuirá las enfermedades de origen hídrico como las enfermedades diarreicas agudas (EDA), y consecuentemente se traduce en ahorro en medicamentos y costos hospitalarios, así como el mejoramiento de la calidad del agua, en este caso para fines de reusó.

Referencias Bibliográficas

. AOAC (1995). Official Methods of Analysis. Asociation of Oficial Analytic Chemistry. Washington D.C.

APHA, AWWA, WPCP. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 2000.

Delgadillo, M. & Ramallo, J. (2003). Proceso de Coagulación. Floculación en el Agua. Química del Agua. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia.

Díaz O., Rafael, Vega S., Julio C. (2013). Efecto de la variación de la carga orgánica en el desempeño de un reactor uasb (upflow anaerobic sludge blanket) tratando efluentes de una planta extractora de aceite de palma. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178, 4 (1). pp: 23-32.

Disponibile en: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/147/144

Ministerio del Medio Ambiente (2012). Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. Guía

Molano, L. (2011). Las semillas de Moringa Oleífera Lam. Como alternativa coagulante natural para la purificación de agua. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Mora, M. (2006). Extracción y Caracterización fisicoquímica y funcional del almidón de malanga cultivada en el Municipio de Miraflores. Trabajo de Grado Química de Alimentos. Colombia. 76 p.

Mounthon, J. (2007). Tecnología apropiada para Colombia en agua potable y saneamiento. Cátedra Fulbright Uninorte. Memorias Cartagena. 5 – 10

Neyret, S. (2005) Journal of colloid and interface Science. Tecnología y Desarrollo. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 3. 1-8

Ortega, J.C. (2015). Reusó de aguas residuales domesticas en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira. Universidad de Manizales, Colombia.

PHILLIPS LEE, David, et al. General Application of Raman Spectroscopy for the Determination of Level of Acetylation in Modified Starches. En: American Association of Cereal Chemists. 1999, vol. 76, n. 3, p. 439 – 443.

Ramón & Maldonado (2006). Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos. Revista agua, aire y suelo. Universidad de Pamplona.

Robles, M. (2012). Relación entre algunas propiedades fisicoquímicas y térmicas de gelatinización y retrogradación en almidón de papa nativa de Chiloé. Tesis Ingeniero de Alimentos. Universidad Austral de Chile. 34 p.

Rodríguez, M., Lugo, U., Rojas, C., & Malaver, C. (2007). Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora. Revista UMBRAL. 20, 8-17.

Singley, J. (1986). Revisión de la teoría de coagulación del agua. Gainesville: Universidad de la Florida.

Vázquez, O. (1994). Extracción de coagulantes naturales del Nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales. Universidad Autónoma de Nuevo Colon, Monterrey, México.