

## Estudio del efecto de las variables físicas de operación de los procesos de coagulación-floculación-sedimentación en la remoción de materia orgánica.

Escobar, B.M.,<sup>1</sup> García, I.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Ingeniería, UNI.  
ahescob@yahoo.com

### 1. Introducción

El sistema de tratamiento convencional es el más utilizado por países en desarrollo como Nicaragua. Consiste en la aplicación de una serie de procesos físico-químicos como coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Una de sus desventajas es la baja remoción de materia orgánica natural (NOM), sobre todo en época de invierno<sup>[1]</sup>.

A fin de optimizar estos procesos y aumentar la remoción de NOM se estudió el efecto de la velocidad y tiempo de mezcla rápida y de mezcla lenta, así como el tiempo de sedimentación. Esto se realizó a nivel de laboratorio, donde se utilizó agua sintética que fue sometida al tratamiento a través del equipo de prueba de jarras, utilizando alumbre como coagulante.

La base de datos obtenida, fue analizada por el programa estadístico Statgraphics® Centurion XV. La significancia estadística de los factores y sus interacciones fue analizada en base a los fundamentos teóricos de los procesos evaluados.

### 2. Resultados y Discusión

El agua sintética fue preparada a partir de una mezcla de sulfatos, nitratos, fosfatos, cloruros y ácido húmico en agua desionizada. Sus características físicas, químicas y orgánicas indicaron que el mecanismo de coagulación por barrido gobierna el proceso de coagulación<sup>[2, 3,4]</sup>.

La temperatura, turbiedad, conductividad, sólidos totales disueltos, color, pH, alcalinidad y acidez como parámetros físico-químicos y UV<sub>254</sub> como parámetro orgánico; fueron medidos al sobrenadante de las jarras. Este último fue considerado indicador directo de la presencia de NOM en las muestras.

Los resultados mostraron que la remoción de NOM es influenciada principalmente por la velocidad de mezcla rápida (factor A) y la velocidad de mezcla lenta (factor C) (ver Tabla 1, Figura 1). Donde a una mayor velocidad de agitación de mezcla rápida se obtiene menor UV<sub>254</sub>. Esto sugiere que se da una mejor dispersión de coagulante en el seno del líquido que conduce a una mayor formación de Al(OH)<sub>3(am)</sub> donde los coloides son adsorbidos (moléculas colectoras)<sup>[5,6]</sup> principalmente por la frecuencia e intensidad de las colisiones entre las partículas presentes.

Tabla 1. Análisis de Varianza para  $UV_{254}$ .

Efectos Principales	Suma de Cuadrados	Razón F	Valor-P
A	$2.950 \times 10^{-4}$	8.430	0.014
B	$9.919 \times 10^{-5}$	2.840	0.120
C	$1.802 \times 10^{-4}$	5.150	0.044
D	$5.852 \times 10^{-5}$	1.670	0.222
E	$9.817 \times 10^{-5}$	1.400	0.287

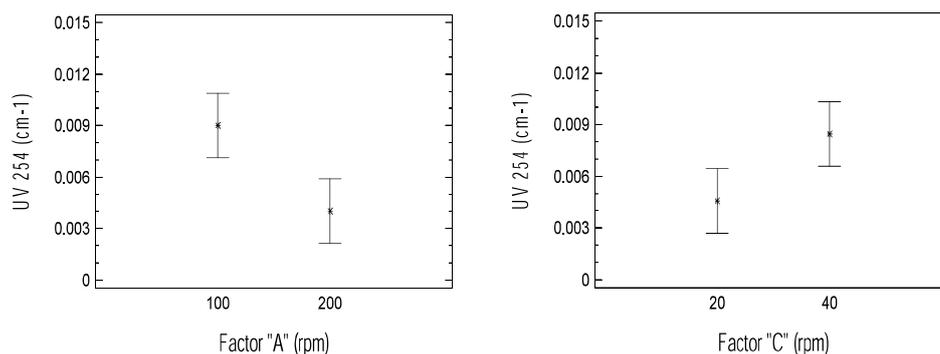


Figura 1. Influencia de los Factores A y C sobre el  $UV_{254}$ .

También se muestra que a una velocidad de agitación de mezcla lenta de 20 rpm, el  $UV_{254}$  de las muestras tratadas es menor que a una velocidad de 40 rpm. Esto indica que una mezcla suave favorece la agrupación de los micro-flóculos y evita su división. Esta rotura ocurre cuando las fuerzas de cizallamiento entre el fluido y las partículas se igualan a las fuerzas de enlace entre partículas. Y estas fuerzas de cizallamiento son proporcionales a la intensidad del mezclado<sup>[6]</sup>.

### 3. Conclusiones

*Una alta velocidad de agitación en la mezcla rápida podría provocar mayor formación de hidróxidos metálicos que ejercen la función de moléculas colectoras de NOM coloidal. Por su parte, bajas velocidades de agitación de mezcla lenta también afectan positivamente la remoción. Ya que provocan el agrupamiento de los micro-flóculos evitando que estos sufran rotura y se dividan en partículas menores.*

### 4. Bibliografía

- García I., Moreno L., Removal of Natural Organic matter by enhanced coagulation in Nicaragua". Licentiate in Chemical Engineering. Stockholm, Sweden. 1-52 (2005).
- Kan C., Huang C., Pan J.R., "Time requirement for rapid mixing in coagulation". J. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 203(1-3), 1-9 (2002).
- Amirtarajah A., Trusler S.L., "Destabilization of particles by turbulent rapid mixing". J. Environmental Engineering. 112(6), 1085-1108 (1986).
- Gregor J. E., Nokes C. J., Fenton E., "Optimizing natural organic matter removal from low turbidity waters by controlled pH adjustment of aluminium coagulation. J. Water Research. 31(12), 2949-2958 (1997).
- Faust S. D., Aly O. M., "Chemistry of water treatment". Chapter 6, Removal of Particulate Matter by coagulation. Lewis Publisher 2<sup>nd</sup> Edition, 2000.
- Clark M. M., Flora J. R. V., "Floc restructuring in varied turbulent mixing". J. Colloid and Interface Science. 147(2), 407-421 (1991).