



## **Optimización de sulfato de aluminio para la remoción de materia orgánica en la obtención de agua potable**

### **Optimization of aluminum sulfate for the removal of organic matter in obtaining potable water**

Jorge Luis Mendoza Ascurra<sup>1</sup>, Danton Jorge Miranda Cabrera<sup>1</sup>, Guillermo Napoleón Vásquez Clavo<sup>1</sup>, Fredesvindo Fernández Herrera<sup>1</sup>, Jorge Luis Rojas Paz<sup>2</sup>, Jaqueline Jessica Cabello Blanco<sup>2</sup>.

#### **RESUMEN**

**Objetivos:** Determinar el menor nivel de turbidez del agua de abastecimiento para ciertas concentraciones de Oxido de Calcio y Sulfato de Aluminio. **Material y Métodos:** Utilizamos como Población la totalidad de agua que pasa por el canal ubicado entre ambientes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y la plaza frente a oficinas del Pabellón Docente en la UNJFSC. La Muestra estuvo constituido por un volumen de agua tomada de la población, una vez al mes y durante seis meses en forma aleatoria para su análisis. Consideramos como variables independientes: la Optimización de Oxido de Calcio y la Optimización de Sulfato de Aluminio, y como variables dependientes: el Acondicionamiento para mayor remoción de materia orgánica (menor nivel de Turbidez) y la mayor remoción de materia orgánica (menor nivel de Turbidez). **Resultados:** hemos obtenido la concentración óptima de Oxido de Calcio fue de 200 mg/l, agente coadyuvante en los procesos de Coagulación, Floculación, usando la Prueba de Jarras. La concentración óptima de Sulfato de Aluminio fue de 120 mg/l, reactivo de los procesos de Coagulación, Floculación, usando la Prueba de Jarras. Así mismo hemos obtenido una sistematización que nos permite relacionar la concentraciones de Oxido de Calcio y Sulfato de Aluminio con el Nivel e Turbidez. **Conclusiones:** el Óxido de Calcio y el Sulfato de Aluminio, constituyen componentes eficaces para lograr la remoción de materia orgánica, logrando clarificar aguas de abastecimiento.

**Palabras clave:** optimización, materia orgánica, turbidez, coagulación, floculación.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental jorgemendozaascurra@hotmail.com.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias.



## ABSTRACT

**Objectives:** To determine the lowest level of turbidity supply to certain concentrations of Calcium Oxide and Aluminum Sulfate. **Material and Methods:** We used population as all water passing through the channel between environments of the Faculty of Fisheries Engineering and the square in front offices Teaching Pavilion at UNJFSC. The sample consisted of a volume of water taken from the population, and once a month for six months at random for analysis. We consider as independent variables: Optimization of Calcium Oxide and Aluminum Sulfate optimization, and as dependent variables: Conditioning for greater removal of organic matter (low level of turbidity) and increased removal of organic matter (low level of turbidity). **Results:** We obtained the optimum concentration of calcium oxide was 200 mg / l, adjuvant agent in the processes of coagulation, flocculation, using Test Jars. The optimum concentration of aluminum sulfate was 120 mg / l, reactive processes Coagulation, flocculation, using Test Jars. Also we have obtained a systematization that allows us to relate the concentrations of Calcium Oxide and Aluminum Sulfate with Level and Turbidity. **Conclusions:** Calcium Oxide and Aluminum Sulfate are components to achieve effective removal of organic matter, making water supply clarifying. **Keywords:** optimization, organic matter, turbidity, coagulation, flocculation.

## INTRODUCCIÓN

Camacho Uribe (2010), demostró que el tratamiento físico químico con Sulfato de Aluminio es una opción técnicamente factible para la potabilización del río de Oro en Colombia, se usaron concentraciones hasta de 200 mg/l de este coagulante.

Castrillón Bedoya y de los Ángeles Giraldo (2012), llegaron a resultados obtenidos después de realizar el test de jarras arrojaron resultados óptimos en cuanto a la remoción de los parámetros fisicoquímicos analizados y el cumplimiento de ellos según la norma.

Pineda Hernández (2011), observó que en condiciones de turbidez alta, la utilización de Sulfato de Aluminio tiene mejores rendimientos.

Nuestra investigación evidencia el conocimiento de la naturaleza de la materia orgánica presente en agua de abastecimiento, y en la búsqueda de la manera más eficiente del uso del Sulfato de Aluminio y el Óxido de Calcio, que al reaccionar con la materia orgánica, logre reducir las sustancias en suspensión que son tóxicos para los seres vivos y el ambiente.

Formulamos como Hipótesis I, “La optimización de Oxido de Calcio acondiciona para mayor remoción de materia orgánica del agua de abastecimiento”. Y como Hipótesis II, “La



optimización de Sulfato de Aluminio permite una mayor remoción de materia orgánica del agua de abastecimiento”.

Nos trazamos como Objetivo general, determinar el menor nivel de turbidez del agua de abastecimiento para ciertas concentraciones de Oxido de Calcio y Sulfato de Aluminio. Y como Objetivos Específicos: Optimizar la concentración de Oxido de Calcio como reactivo coadyuvante en el proceso de Coagulación – Floculación. Optimizar la concentración de Sulfato de Aluminio, en el proceso de Coagulación – Floculación, a usar para la remoción de materia orgánica en el agua de abastecimiento. Formular una sistematización que nos permita determinar la concentración óptima de Oxido de Calcio y Sulfato de Aluminio, en función al Nivel de Turbidez, en aguas de abastecimiento.

## **MATERIAL Y METODOS.**

Tomamos como Población la Totalidad de agua que pasa por el canal ubicado entre ambientes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y la plaza frente al Pabellón Docente (Oficinas del pabellón docente) en la UNJFSC. Y como Muestra un Volumen de agua tomada de la población una vez al mes durante seis meses en forma aleatoria para su análisis. Identificamos como Variables:

Para la Hipótesis I.

- A. Variable Independiente: Optimización de Oxido de Calcio.
- B. Variable Dependiente: Acondicionamiento para mayor remoción de materia orgánica (menor nivel de Turbidez).

Para la Hipótesis II.

- A. Variable Independiente: Optimización de Sulfato de Aluminio.
- B. Variable Dependiente: Mayor remoción de materia orgánica (menor nivel de Turbidez).

El Procedimiento utilizado para realizar los experimentos consistió en toma de muestras, 01 muestra mensual (Abril a Setiembre). Optimizamos la concentración de Oxido de Calcio usando la Prueba de Jarras y la observación como método para determinar la solución más clara. Optimizamos la concentración de Sulfato de Aluminio, en proceso de Coagulación – Floculación, a usar para la remoción de materia orgánica, usando la Prueba de Jarras y la observación. La data obtenida nos servirá para formular una sistematización que nos permita determinar la concentración óptima de Oxido de Calcio y Sulfato de Aluminio, en función al Nivel de Turbidez del agua de abastecimiento.

Para los datos se utilizó el análisis de regresión no lineal graficamos la nube de puntos y luego se construyó el modelo óptimo que mejor se ajustó a los datos.



## RESULTADOS

- A. La concentración óptima de Oxido de Calcio fue de 200 mg/l, agente coadyuvante en los procesos de Coagulación, Floculación, usando la Prueba de Jarras.
- B. La concentración óptima de Sulfato de Aluminio fue de 120 mg/l, reactivo de los procesos de Coagulación, Floculación, usando la Prueba de Jarras.
- C. Hemos obtenido las relaciones siguientes:

C.1. Para la Concentración de Óxido de Calcio.

$$Y = -3 \times 10^{-7} X^3 + 2,7 \times 10^{-4} X^2 - 6,8 \times 10^{-2} X + 6,6667$$

Dónde:

Y: Nivel de Turbidez del agua de abastecimiento.  
X: Concentración de Oxido de Calcio en (mg/l).

C.2. Para el Sulfato de Aluminio.

$$Y = -2 \times 10^{-6} X^3 + 1,1 \times 10^{-3} X^2 - 1,695 \times 10^{-1} X + 9,3589$$

Dónde:

Y: Nivel de Turbidez del agua de abastecimiento.  
X: Concentración de Sulfato de Aluminio en (mg/l).

## DISCUSION

1. Hemos logrado niveles bajos de turbidez de materia orgánica, de muestras de agua de abastecimiento, variando las concentraciones inicialmente de Oxido de Calcio y posteriormente de Sulfato de Aluminio, verificando la eficiencia de los mencionados reactivos en los procesos de Coagulación Floculación.
2. El Ensayo de Jarras, constituye pruebas valiosas para determinar a nivel de laboratorio, el tipo y concentración óptima de coadyuvante así como el determinar el mejor agente floculante, y su concentración óptima a usar.
3. La concentración óptima de Oxido de Calcio fue de 200 mg/l, agente coadyuvante que varió el pH del agua de 6,5 a 8,5, favoreciendo los procesos de Coagulación Floculación.
4. La concentración óptima de Sulfato de Aluminio fue de 120 mg/l, reactivo responsable de la realización de los procesos de Coagulación, Floculación, a pH 8,5, donde se formaron mayor número de floculos, quedando la muestra de agua más clara que las demás muestras.
5. Haciendo uso del análisis de regresión no lineal, y determinando el Coeficiente de Determinación (C.D.) y Coeficiente de Correlación (C.C.), Tenemos:



A. Para la Concentración de Óxido de Calcio y el Nivel de Turbidez.

$$Y = -3 \times 10^{-7} X^3 + 2,7 \times 10^{-4} X^2 - 6,8 \times 10^{-2} X + 6,6667$$

Y: Nivel de Turbidez del agua de abastecimiento.

X: Concentración de Oxido de Calcio en (mg/l).

Dónde: C.D. = 0,7855 C.C.=0,8863.

Llegamos a la conclusión que existe una alta relación entre el Óxido de Calcio y el nivel de Turbidez.

B. Para el Sulfato de Aluminio y el Nivel de Turbidez.

$$Y = -2 \times 10^{-6} X^3 + 1,1 \times 10^{-3} X^2 - 1,695 \times 10^{-1} X + 9,3589$$

Y: Nivel de Turbidez del agua de abastecimiento.

X: Concentración de Sulfato de Aluminio en (mg/l).

Dónde: C.D. = 0,7636 C.C.=0,8738.

Llegamos a la conclusión que existe una alta relación entre el Sulfato de Aluminio y el Nivel de Turbidez.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por darnos la oportunidad de realizar la presente investigación, a todos los integrantes del equipo de investigación y demás amigos docentes que colaboraron con sus opiniones para mejorar nuestro estudio.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

Camacho Uribe, C. (2010). Estudio preliminar del uso de Sulfato de Aluminio líquido en el proceso de clarificación de la Planta de tratamiento del acueducto de Piedecuesta. Recuperado el 13 de Enero del 2014 de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6674/2/136216.pdf>

Castrillón Bedoya, D. y Giraldo M. (2012). Determinación de las dosis óptimas del coagulante sulfato de aluminio granulado tipo b en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la planta de tratamiento de Villa Santana. Recuperado el 15 de Enero del 2014, de [http://objetos.univalle.edu.co/files/Optimizacion\\_del\\_funcionamiento\\_de\\_plantas\\_de\\_potabilizacion\\_de\\_agua.pdf](http://objetos.univalle.edu.co/files/Optimizacion_del_funcionamiento_de_plantas_de_potabilizacion_de_agua.pdf)



Gómez N.A. 2005. Remoción de la materia orgánica por coagulación floculación. Recuperado el 15 de diciembre del 2012, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1214/1/nestoralejandrogomezpuentes.2005.pdf>.

NALCO. (1997). Manual del Agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo I, II, III. 1ra Edición. Editorial Mc Graw Hill- Interamericana de México S.A. México.

Pineda Hernández. M. A. (2011). Determinación de los requerimientos para la potabilización del agua de la Microcuenca Santa Inés, Francisco Morazán, Honduras. Recuperado el 14 Enero del 2014, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/412/1/T3136.pdf>

Romero R., J.A. (1999). Calidad del agua. (2a ed.). México: Escuela Colombiana de ingeniería.

Romero R., J.A. (1999). Potabilización del agua. (3a ed.). México: Escuela Colombiana de ingeniería.

Tapia, A. K., Reyes, A., Garcia, I. (2011). Estudio de la fracción de materia orgánica de mayor remoción en el proceso de coagulación – floculación usando agua superficial. Recuperado el 11 de agosto del 2012 de <http://www.lamjol.info/index.php/NEXO/article/view/596NexoRevistaCientífica>. 24(01).72-80.