

Tecnología para la gestión del alumbre de cromo (III) y potasio como pigmento cerámico

Technology for the Management of Alum of Chromium (III) and Potassium as Ceramic Pigment

M.Sc. Idalberto Clemente Morales-Rodríguez^I, Ing. Katia Rivas-Fernández^I, MSc. Alyn Ferro-Nieto^I, Ing. Wilson Moro-Muñoz^{II}, M.Sc Alfredo Calzadilla-Liens^{III}

I: Universidad "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba. idalberto@facing.uho.edu.cu

II: Fábrica de Cerámica Blanca "José Luis Tassende" Holguín, Cuba

III: Empresa Moanickel S.A. Comandante Pedro Sotto Alba, Moa, Holguín, Cuba

Resumen

Entre los desechos peligrosos que se generan en Cuba están los reactivos ociosos y caducados, algunos de los cuales contienen metales pesados. Estas sustancias se acumulan sin una disposición final, ni uso apropiado, con la finalidad de no contaminar el medio ambiente. En tal sentido, los autores proponen una alternativa de utilización para el alumbre de cromo (III) y potasio, al convertirlo en óxido por precipitación con un álcali para aplicarlo como pigmento cerámico. Además se presentan las pruebas de uso y la determinación de pureza por volumetría de oxidación reducción que permiten darle salida a los productos finales sin ningún riesgo medio ambiental y con la creación adicional de valores económicos a partir de recursos inmovilizados, con la consiguiente sustitución de importaciones de pigmentos que resultan bastante caros.

Palabras clave: reactivos ociosos, reactivos caducados, desechos peligrosos, gestión de residuos, pigmentos cerámicos, alumbre de cromo (III) y de potasio.

Abstract

The lazy and expired reagents are among the dangerous waste generated in Cuba, some of which contain heavy metals. These substances accumulate without a final disposition, neither appropriate use, with the purpose of not contaminating the environment. In such a sense, the authors propose an alternative use for alum of chromium (III) and potassium, when transforming it into oxide by precipitation with alkalis to apply it as ceramic pigment. The present paper shows the use tests and the determination of purity by oxidation-reduction titration; giving it a final disposition without any environmental risk and with the additional creation of economic values starting from immobilized resources, bringing about the substitution of import pigments, which are quite expensive.

Keywords: lazy reagents, expired reagents, dangerous waste, waste management, ceramic pigment, alum of chromium (III) and potassium.

INTRODUCCION

La actividad humana ha sido siempre fuente de residuos y causa del deterioro ambiental que surge cuando se desconoce o desatiende algún aspecto relevante [1]. Uno de los tipos de residuos que se generan en Cuba son los reactivos ociosos y caducados sin una posible salida en el horizonte de su gestión.

La gestión de los reactivos ociosos y caducados es un proceso muy difícil de lograr en las condiciones tecnológicas cubanas sin provocar un daño al medio ambiente. Esto se evidencia en la meta de "... reducir en un 1% las existencias de productos químicos ociosos y caducados y de otros desechos peligrosos" en la provincia Holguín según CITMA [2].

Esta lentitud en la gestión de desechos peligrosos se debe entre otros factores a la existencia de tecnologías obsoletas y la inexistencia de organismos capacitados y acreditados dedicados a ejercer este proceso y a los cuales los demás pudieran acudir en caso de necesidad.

La Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya (UHOLM) cuenta con una masa aproximada de 150 kg de alumbre de cromo (III) y de potasio entre otros reactivos ociosos sin poder darle uso alguno ni disponerlos en el medio ambiente por lo que se hace necesario realizar un estudio, tratamiento y gestión de este reactivo entre otros.

El alumbre de cromo (III) y potasio ($KCr(SO_4)_2$) no es un producto tan peligroso por presentar el ión cromo (III) que por un lado constituye una especie esencial para la vida pero por otro lado la solubilidad del reactivo es tan alta que fácilmente sobrepasa los límites del indicador establecido (2 mg/L de cromo total) para aguas de vertimiento [3].

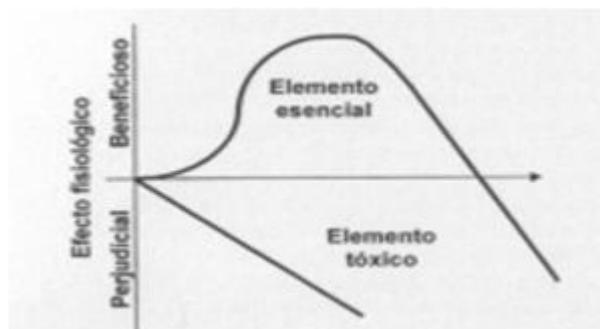


Fig.1 Curva dosis-respuesta: diferencia entre un elemento tóxico y uno esencial.

El cromo (III) participa en el metabolismo de la glucosa, [4], ya que en el organismo tiene las funciones siguientes:

- Regula la glucosa, ayudando a la insulina a repartirla.
- Es indispensable para evitar los paros cardíacos.
- Regula el colesterol.

Sin embargo [5], asegura que incluso los elementos esenciales para la vida, pasada la dosis óptima, ocasionan reacciones adversas considerándolos tóxicos a partir de esa dosis, figura 1, lo que pudiera ocurrir dada la gran solubilidad del alumbre en agua.

La figura 1 muestra cómo se comporta un elemento esencial y uno tóxico. Frente al esencial el organismo responde positivamente hasta alcanzar un valor crítico, a partir del cual no cambia su respuesta durante un pequeño intervalo de crecimiento de la dosis y luego comienza a responder negativamente considerándose tóxico al igual que el otro.

El cromo (VI) se clasifica como cancerígeno y mutagénico y se ha demostrado que penetra en la piel a través de las glándulas sudoríparas, reduciéndose a cromo (III) en el corion o dermis (segunda capa de la piel) y que este cromo (III) reacciona con las proteínas, formando complejos antígeno-anticuerpo [6].

La afirmación anterior a juicio de los autores no deja claro cuál cromo es el cancerígeno y mutagénico, porque dado el alto poder oxidante del cromo (VI) su período de vida dentro del organismo vivo es breve, pues se reduce a cromo (III) como afirma el investigador anterior, pero entonces, si el que permanece en la célula es el cromo (III) en forma de complejos antígeno-anticuerpo ¿cuál es que ocasiona el cáncer y los problemas genéticos que aparecen a largo plazo y no inmediatamente después de una exposición y absorción de cromo (VI)?

Esto ilustra los riesgos de disponer una masa tan grande como 150 kg de alumbre de cromo (III) y potasio en el medio ambiente, pues también se conoce que el cromo se acumula en las plantas y se mueve en la cadena trófica.

Toda la discusión anterior conduce a plantear que la mejor opción en la gestión de un reactivo es utilizarlo en algún otro proceso por lo que se declara como problema:

¿Qué uso darle al reactivo ocioso alumbre de cromo (III) y potasio para reducir su potencialidad de contaminación en el medio ambiente?

Elaborar un procedimiento químico para la conversión del reactivo ocioso alumbre de cromo (III) y potasio en óxido de cromo (III) con la correspondiente disminución de su contaminación potencial mediante su uso como pigmento cerámico realizando las pruebas necesarias para demostrar su utilidad.

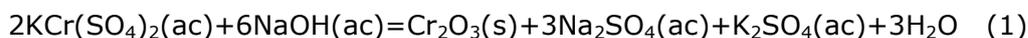
METODOS UTILIZADOS Y CONDICIONES EXPERIMENTALES

Se utilizaron reactivos de laboratorio de calidad analítica

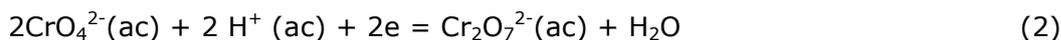
Todos los equipos de medición están certificados por Metrología como aptos para su uso.

Los métodos empleados se describen a continuación:

Obtención del óxido de cromo (III) a partir del alumbre de cromo (III) y potasio según el diagrama, figura 2.



Después se disuelve en un litro de agua y se acidifica con ácido acético para llevarlo a dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) según la reacción:



Determinación cuantitativa del cromo para evaluar la pureza en el óxido obtenido por volumetría de redox dicromatométrica con solución patrón de Fe^{2+} [7]:



Para lograr esta determinación, primero es preciso reconvertir el óxido de cromo (III) en dicromato. La reconversión del óxido de cromo (III) en dicromato se realiza por fusión oxidativa [8] utilizando el Na_2CO_3 , bórax y un nitrato como mezcla oxidante. El uso de esta norma garantiza que no haya pérdida de material o lo que es lo mismo, que prácticamente todo el óxido sometido al tratamiento sea convertido en dicromato y el error por pérdida sea mínimo.



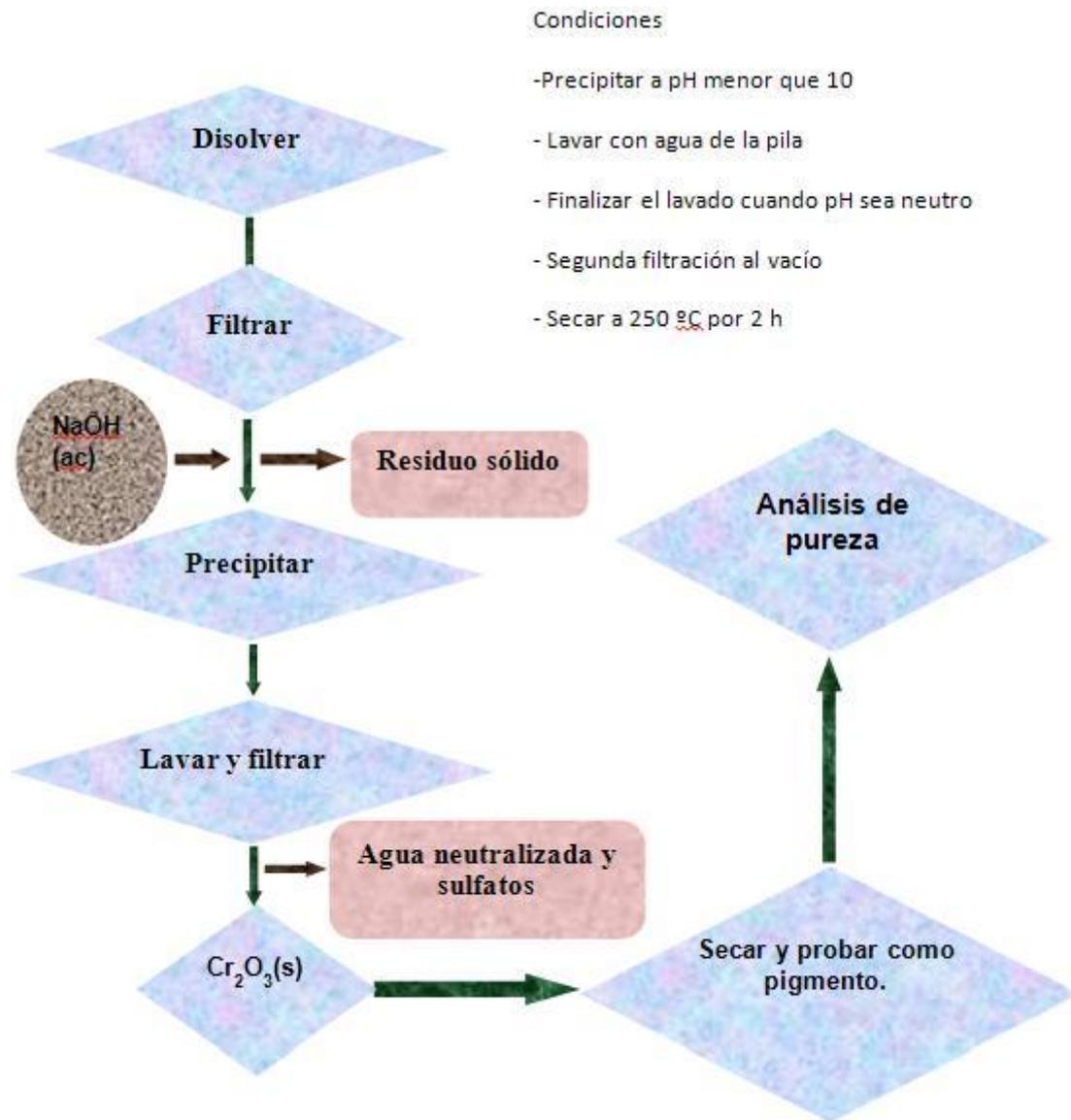


Fig. 2 Tecnología del proceso propuesto.

Una vez llevado a dicromato se determina su concentración por volumetría de redox [9], y utilizando una masa exactamente pesada de sulfato de hierro (II) y amonio químicamente puro en exceso, difenilaminosulfonato de sodio como indicador y valorando el exceso de Fe^{2+} con una solución patrón de dicromato de potasio, según la reacción (2).

Toma de la muestra

La población a estudiar está compuesta por una masa aproximada de alumbre de cromo (III) y potasio de 150 kg contenidos en tres tanquetas. La masa de la muestra fue calculada partiendo de considerar que la contaminación esperada en el material de estudio no debe superar el 5 %, lo que permite tomar como la cota inferior o valor mínimo posible de pureza de 95% y trabajando para un error de muestreo del 0,03, utilizando las ecuaciones 1 y 2 [10].

$$n = \frac{S^2}{v^2} = \frac{p(1-p)}{\varepsilon^2} = \frac{0,95(1-0,95)}{0,03^2} \approx 53 \quad (1)$$

$$n' = \frac{n}{1+\frac{n}{N}} = \frac{53}{1+\frac{53}{200}} \approx 17\text{kg} \quad (2)$$

donde

n = tamaño de la muestra bruta

p = valor mínimo posible de contaminación posible o cota inferior de pureza

ε^2 = error de muestreo asumido.

n' = tamaño de la muestra ajustada

N = población total o masa total de alambre.

La masa calculada de la muestra se toma aleatoriamente con el instrumento apropiado, se homogeniza, cuartea y reduce hasta 1,5 kg, que es homogenizado nuevamente y cuarteado para tomar dos porciones analíticas una a cada cuarto en diagonal, de masa 0,2000g como establece [8] para realizarle seis mediciones de pureza a cada cuarto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Luego de la homogenización y cuarteo de la muestra se le realiza el análisis químico y los resultados se muestran en el gráfico 1, donde las determinaciones del 1 al 6 corresponden al cuarto 1 y las del 7 al 12 corresponden al cuarto 4. Ver a continuación la figura 3.

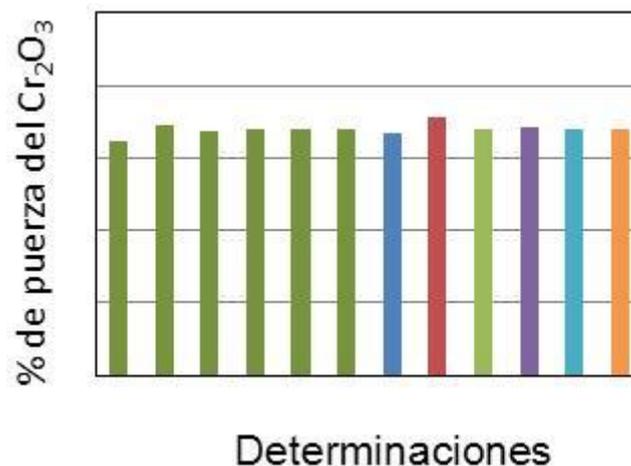


Fig.3 Resultados de pureza del óxido obtenido.

Se comparan las dos desviaciones estándares para saber si hay diferencias significativas, mediante la prueba F de dos colas utilizando las fórmulas que aparecen en la referencia [10].

Se concluye que no hay diferencia significativa entre las dos medias y se puede plantear que los dos cuartos estudiados pertenecen a la misma población y por tanto la muestra bruta llevada al laboratorio antes de cuartear y tomar las muestras analíticas se considera homogénea.

Una vez hecho el análisis químico de pureza del óxido de cromo (III) obtenido a partir del alumbre de cromo (III) y potasio y su correspondiente análisis estadístico se envió una parte del óxido a la Fábrica de Cerámica Blanca y se realizaron las pruebas para la aplicación del óxido de cromo (III) con una base transparente sobre el bizcocho. Como evidencia de los resultados se muestran en la figura 4 una imagen del azulejo de prueba del pigmento y también, la dirección de la fábrica de Cerámica Blanca de Holguín emitió un documento en el que certifica sus cualidades y se compromete a aceptar todo el óxido que se produzca para ser usado en la elaboración de figuras ornamentales.



Fig. 4 Azulejo de prueba del pigmento.

CONCLUSIONES

1. El procedimiento para la obtención del óxido de cromo (III) y potasio fue elaborado y aplicado con buenos resultados como muestra su análisis estadístico.
2. Se demostró que es posible el uso del óxido obtenido a partir del alumbre de cromo (III) y potasio mediante la prueba de uso para cerámicas certificada por entidades competentes.
3. Se previenen posibles daños ocasionados por la disposición final de una masa significativa de alumbre de cromo (III) y potasio.
4. Se crean valores económicos a partir de recursos inmovilizados y destinados al desecho con la consiguiente sustitución de importaciones de pigmentos cerámicos muy costosos en el mercado internacional.

BIBLIOGRAFIA

1. ZUMALACÁRREGUI de CÁRDENAS B., *et. al.*, "Problema Medioambiental en Laboratorios Químicos". *Revista Pedagogía Universitaria* Vol 8 núm. 4. La Habana. 2003. p. 8-19
2. CITMA. "Estrategia Ambiental provincia Holguín". 2015. p. 34.
3. Oficina Nacional de Normalización. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado-Especificaciones. 2 Edición. Ciudad de La Habana, 2012.
4. ROMERO, C. H. *et. al.*, "Estandarización condiciones preliminares para la determinación de cromo en muestras ambientales". LABQUIAM. Argentina.
5. VALLET M. *et. al.*, "Introducción a la Química Bioinorgánica". Madrid España. Editorial Síntesis, 2000, p. 466.
6. GUNNAR N. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Metales: Propiedades Químicas y Toxicidad. Madrid. 2003. p. 6316.
7. ALEXEIEV V.N. Análisis Cuantitativo. Editorial Mir. 1 edición. Moscú. 1976, p. 512.
8. Moa Níquel S.A. Pedro Sotto Alba. Análisis Químico en Mineral y Colas. Determinación de cromo, aluminio y sílice. Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica. Moa, Holguín. 2011.
9. AYRES G.H. Análisis Químico Cuantitativo. Ediciones del Castillo S. A. 2 Edición, Madrid. 1976, p.657.
10. HARVEY D. Modern Analytical Chemistry. p. 783.

Recibido: Septiembre 2016

Aprobado: Diciembre 2016

M.Sc. Idalberto Clemente Morales-Rodríguez¹. Universidad "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba. idalberto@facing.uho.edu.cu