

TRATAMIENTO DE RETENCIÓN DE UN COLORANTE UTILIZADO EN LA INDUSTRIA TEXTIL (YELLOW GR) POR ARCILLA ORGÁNICA.

S. Y. Martinez Stagnaro¹, L. A. Muldon¹, C. Volzone²

1- Asentamiento Universitario Zapala, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, 12 de Julio y Rahue, (8340), Zapala, Neuquén, Argentina.
syms.05@hotmail.com

2- Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica- CETMIC (CCT CONICET La Plata-CICPBA) C.C. 49, Cno Centenario y 506, (1897) M. B. Gonnet, Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN: Gracias a los estudios efectuados durante las últimas décadas, es de amplio conocimiento el potencial de los materiales arcillosos en el campo de la adsorción. Se han efectuados estudios de retención de gases, soluciones con contenidos de diversos cationes, e incluso mezclas de ellos; como también se han modificado los materiales adsorbentes mediante métodos físicos, químicos y físico-químicos con la finalidad de aumentar la capacidad de adsorción de ellos. Si bien los mecanismos de tratamiento de contaminantes son similares, las variaciones en el comportamiento, ya sea de los adsorbentes como de los adsorbatos es variado, y el éxito del tratamiento radica en el conocimiento y entendimiento de éstos. Este trabajo propone el ensayo de una solución del tinte textil Yellow GR, de naturaleza orgánica y con un tamaño de molécula considerablemente grande; con un mineral arcilloso modificado. Para esto se empleó una bentonita Argentina tratada con HDTMA-Br. Las condiciones experimentales fueron: relación sólido/líquido en el rango de 2-50mg de adsorbente/10ml solución Y de concentración 250mg.L⁻¹; durante 24 horas a temperatura ambiente. Se obtuvieron muestras de la solución sobrenadante y el sustrato adsorbente para ser analizadas por UV-visible, IR y DRX. Los resultados conseguidos de la interpretación de los análisis, indicarían en un principio que el adsorbente orgánico, preparado a partir de una arcilla modificada, posee una mayor capacidad de retención de éste tipo de molécula, mientras que la natural no presenta gran afinidad por la misma.

PALABRAS CLAVES: adsorción, colorante, arcilla orgánica.

ABSTRACT: Thanks to the studies that have been conducted over the past decades, it is widely known the potential of clay materials in the field of adsorption. Gases retention studies, solutions with contents of various cation, and even mixtures of them have been conducted and tried. Adsorbent materials modified by physical, chemical and physico-chemical methods increase the absorption capacity of these. Although the mechanisms of pollutant treatments are similar, changes in behavior in the substratum as well as in the polluted solutions are varied; and the success of the treatment lies in the knowledge and understanding of the phenomenon of adsorption. This paper proposes the test of a dye textile solution, Yellow GR, from organic nature and with a considerably larger molecule size, with a modified clay mineral. For this an Argentinean treated bentonite with HDTMA-Br was used. The experimental conditions were: solid/liquid ratio in the range of 2-50mg of adsorbent/10ml 250mg.L⁻¹ concentration solution Y, for 24 hours at room temperature. Samples of the supernatant solution and the absorbent substrate to be analyzed by UV-vis., IR and XRD were obtained. The results obtained from the interpretation of the analysis indicate that initially the organic absorbent, prepared from modified clay has a higher retention capacity of this type of molecule, while the natural one has no high affinity for the same.

KEYWORDS: adsorption, dyes, organic clay.



1. INTRODUCCIÓN.

Los procesos de tinción de fibras, en la Industria Textil, conllevan una serie de pasos en los cuales éstas, son contactadas con soluciones coloreadas de variadas concentraciones. Posterior al lavado de las fibras teñidas, para la eliminación del colorante sobrante, las soluciones remanentes son normalmente arrojadas al ambiente sin tratamiento previo, lo que impacta significativamente en nuestro medioambiente. La mutación de parte de las moléculas a compuestos carcinogénicos, como los aromáticos (Allen and Koumanova, 2005); o bien, el efecto de la solución coloreada sobre la biota marina en el proceso natural de fotosíntesis, impidiendo que la luz solar llegue hasta estas; son sólo algunos de los problemas ocasionados por la falta de procesamiento del colorante remanente. La mayoría de los colorantes sintéticos son considerados compuestos xenobióticos que se caracterizan por interferir en los procesos biodegradativos, por lo que los efluentes que los contienen provocan severa contaminación de los cuerpos de aguas donde son descargados.

La mayoría de los tratamientos de efluentes líquidos que contienen colorantes sintéticos, y que se consideran eficientes, utilizan técnicas fisicoquímicas, tales como adsorción, oxidación química, precipitación, fotodegradación o filtración por membrana, así como también se han considerado sistemas bacterianos para el tratamiento de procedimientos textiles, como el trabajo desarrollado por Yonni et. al., 2008; donde se concluyó que la cepa bacteriana Bjerkanderasp BOS55 posee la capacidad de biodegradar sistemas textiles, comúnmente resistentes al ataque bacteriano, generando productos decolorados y de baja ecotoxicidad en el sistema. Los adsorbentes naturales, tales como los minerales arcillosos, han sido estudiados durante las últimas décadas como posible solución a problemas ambientales ocasionados por el remanente de sustancias dañinas para el medioambiente y la salud, proveniente de diversas industrias. Es así que se han obtenido resultados satisfactorios para la retención de compuestos inorgánicos, moléculas gaseosas, cationes metálicos en solución y más recientemente moléculas orgánicas, bajo ciertas condiciones de tratamientos realizados a las

arcillas, como por ejemplo, activación química, pilarización, tratamientos térmicos, etc.

Los solutos orgánicos tienen un amplio conjunto de interacciones de superficie con el adsorbente, dependiendo del tamaño, forma, polaridad y carga del soluto orgánico. Es esto último, lo que representa un desafío en la retención de tintes orgánicos empleando minerales arcillosos, ya que éstos poseen naturaleza aniónica al igual que ciertos colorantes. Para incrementar la retención de tintes, la bibliografía, en ciertos casos, expone como una posible solución el reemplazo de los cationes en la capa interlamina del mineral arcilloso por una molécula orgánica que incremente la superficie del mineral y le otorgue la capacidad de adsorber compuestos orgánicos, Seung et. al., 2002. Trabajos publicados en los últimos años, tales como el de Bailly et. al., 2011; ensayaron adsorbentes arcillosos modificados orgánicamente, evaluando su capacidad de retención de colorantes aniónicos (Reactive Yellow 15, Direct Black 38, Allura Red, Acid Black 1 y Acid Black 210), obteniendo resultados satisfactorios en la retención de los mismos.

Con la finalidad de conocer la factibilidad de adsorción del mineral “orgánico” frente a un colorante orgánico, cuyo grupo cromóforo se encuentra presente en una amplia gama de tintes, se realizaron ensayos en sistema Batch, variando el contenido de adsorbente en el sistema con una solución de concentración definida y fija.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Se seleccionó como tinte textil el denominado Yellow GR, ampliamente utilizado en la industria. Una solución acuosa que lo contiene fue preparada con una concentración de 250 ppm. La arcilla utilizada es una bentonita proveniente de la Provincia de San Juan, que fue denominada S. La misma fue transformada en arcilla orgánica mediante un tratamiento con sal bromuro de hexadecil-trimetil-amonio (HDTMA-Br).

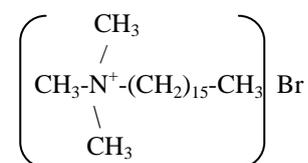


Figura 1. Molécula HDTMA-Br.



El adsorbente, arcilla - orgánica, fue preparado a partir del agregado de la sal cuaternaria mencionada en una cantidad igual a una vez la capacidad de intercambio de la arcilla. La sal previamente disuelta en agua destilada fue agregada a la suspensión arcillosa en agitación por espacio de 24 horas. Posteriormente, el sólido fue lavado y secado al aire. El sólido obtenido (organo-bentonita) fue denominado So. Los sólidos se caracterizaron por Difracción de Rayos X utilizando un equipo Phillips PW3010 con radiación de Cu α y filtro de Ni a 40 kV y 35 mA.

El colorante utilizado en este estudio, llamado Yellow GR (Y) esta constituido por una molécula que puede observarse en la Figura 2.

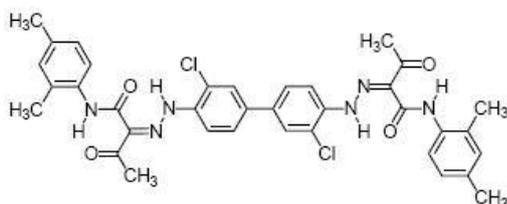


Figura 2. Molécula de colorante textil Yellow GR.

La molécula del colorante contiene un grupo diamino, dos clorobenceno, dos dioxobutanamina y dos dimetilbenceno, cuyo peso molecular es de 686,5g/mol. Para conocer la banda del principal grupo cromóforo azoico que contiene el tinte, se lo analizó mediante Espectroscopía UV-visible utilizando un equipo UV-visible HP-8354.

Diferentes cantidades de sólido orgánico (en el rango de 2-50mg) fueron contactados con 10 mL de solución, para evaluar la capacidad de retención del material natural, S, y de la órgano-bentonita, So. La solución coloreada fue preparada a 250mg.L⁻¹ de concentración. Los ensayos en batch se efectuaron por espacio de 24 horas, a temperatura ambiente. Posterior a los ensayos se recuperó la solución sobrenadante de cada una de las experiencias para ser caracterizada mediante métodos espectrométricos.

La capacidad de retención fue evaluada analizando la solución coloreada antes y después del contacto con el sólido, mediante la técnica UV-visible.

Los sustratos arcillosos con el colorante retenido fueron recuperados luego de reiterados lavados (muestras SY/SoY), para ser analizados por espectroscopía IR. Los espectros fueron obtenidos con un Spectrum One Perkin Elmer en el

rango 4000–380 cm⁻¹. Las muestras fueron preparadas en pastillas diluidas (1%) con KBr.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. Difracción de Rayos X.

El mineral natural S presenta una composición mineralógica que puede apreciarse luego de realizar el análisis por difracción de rayos X, en la Figura 3.

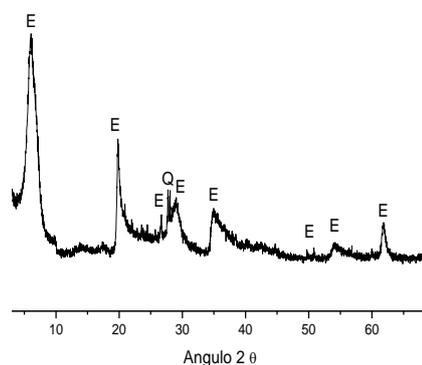


Figura 3. DRX de la muestra S.

Su componente mayoritario es la esmectita, siendo éste el principal mineral arcilloso de las rocas bentoníticas, mientras que el cuarzo se presenta como única impureza en muy baja proporción.

El espaciado interlamilar de la esmectita en su condición de natural, S, fue de 14,89 Å. El tratamiento con la sal orgánica origino un aumento, llevándolo a 27,5 Å (So), Figura 4.

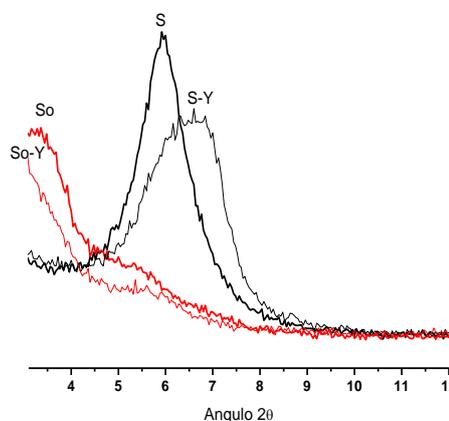


Figura 4. DRX mostrando el espaciado interlamilar de las muestras S, So SY y SoY.

La variación registrada por DRX puede ser consecuencia del reemplazo de los cationes de intercambio propios de mineral por los cationes de HDTMA, (Lagaly et. al. 1975). De acuerdo a la variación del espaciado es posible reconocer una disposición tipo parafina del catión orgánico (Lagaly et. al., 1975); es decir las moléculas se ubican formando cierto ángulo α o en forma casi perpendicular respecto a las láminas de la arcilla.

La retención del colorante Y en la arcilla orgánica modificó levemente el espaciado interlaminar, llevando el valor de la arcilla natural de 14,9 a 13,50 Å y de 27,5 a 28,9 Å a la arcilla orgánica. Es decir el colorante afecta el espaciado interlaminar, probablemente, situándose en ese lugar junto con el catión orgánico.

3.2. Espectroscopía UV-visible.

En la Figura 5 se muestra el espectro en el UV-visible de la solución preparada Yellow GR. La banda característica del colorante Y se presenta una banda a 402 nm, siendo ésta, característica del cromóforo diazoico que forma parte de su estructura molecular.

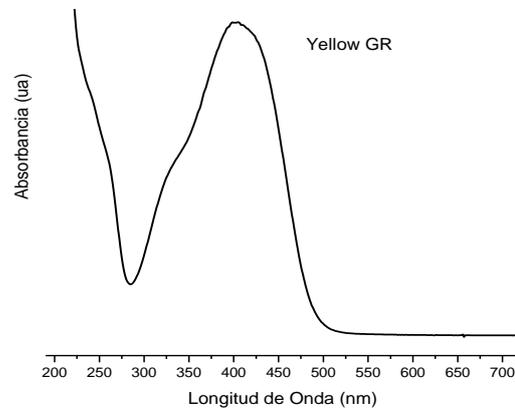


Figura 5. UV-visible del colorante Y.

3.3. Espectroscopía IR.

Las Figuras 6 a y 6 b exhiben los resultados de los ensayos de las muestras So y SoY realizados mediante Espectroscopía IR. En las mismas es posible apreciar las variaciones en el espectro de la muestra SoY respecto de la muestra adsorbente utilizada So.

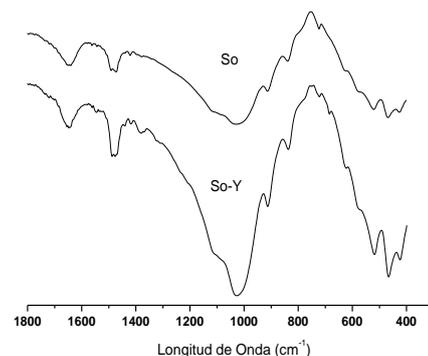
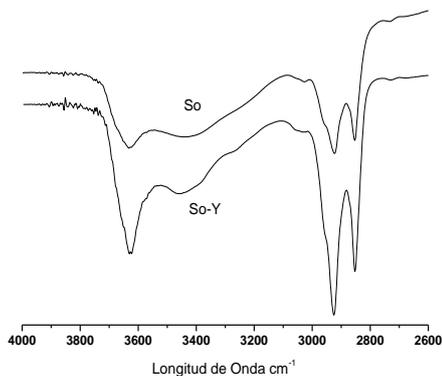


Figura 6a. Espectro IR de las muestras So y SoY de 4000 a 2600 cm^{-1} . **6b.** Espectro IR de las muestras So y SoY de 1800 a 400 cm^{-1} .

Las bandas características del precursor arcilloso (esmectita) S se encuentran a 485, 525, 880, 915, 1062, 1667, 3343 y 3651 cm^{-1} . Las bandas de la arcilla S se repiten en el espectro de la órgano-arcilla (So), a las que se les suman las bandas de 1470; 2845 y 2935 cm^{-1} ; atribuibles al orgánico HDTMA-Br.

Las bandas observadas a 3273 cm^{-1} , en la Figura 6a y 1725; 1546; 1438; 1380 cm^{-1} en la

Figura 6b, son claramente aportadas por el colorante Yellow GR.

La presencia de bandas del colorante en el sólido, ubicadas a: 3247; 1536; 1380 y 1314 cm^{-1} ; indicarían la presencia del mismo en el sistema arcilla-HDTMA.



3.4. Adsorción del colorante textil.

La tabla 1 muestra el porcentaje de retención del color con el agregado de sólido.

Tabla 1. Retención de colorante Y.

MUESTRA	CONCENTRACIÓN
	RETENIDA [%]
S10-Y	2
S50-Y	8
So2-Y	11
So4-Y	12
So6-Y	14
So10-Y	45
So20-Y	83
So30-Y	96
So50-Y	98

En la Figura 7 se presenta a modo de ejemplo, los espectros de los sobrenadantes luego del contacto con la solución coloreada con el sólido So.

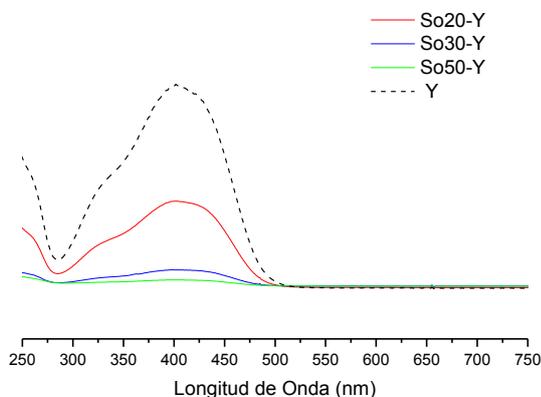


Figura 7. Adsorción muestras So20, So30 y So50 del colorante Y.

4. CONCLUSIONES.

La modificación de un mineral arcilloso, empleando el surfactante HDTMA-Br modificó el espaciado interlamilar de 14,89 Å a 27,5 Å, indicando de acuerdo a bibliografía, una disposición del catión orgánico en forma de parafina, ángulo cercano a la perpendicularidad a las láminas.

La caracterización mediante UV-visible del grupo cromóforo di-azo presente en el colorante Yellow GR, permitió la cuantificación del

colorante en los ensayos efectuados. Los resultados obtenidos por IR demostraron la presencia de bandas características de esmectita y orgánico en la arcilla modificada y la presencia del colorante Y luego de la retención del mismo. El sustrato natural (S) no presenta resultados favorables en la retención de éste tipo de colorante, en relaciones sólido/líquido del 5%; mientras que al ser modificado con la sal orgánica (So), la retención del colorante Y, evidenció un aumento notable, alcanzando valores superiores al 98% de retención en los ensayos realizados con una relación sólido/líquido también del 5%.

5. REFERENCIAS.

- ALLEN, S. J., KOUMANOVA, B. *Decolourisation of wáter/wastewater using adsorption (Review)*. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, pp175-192, 2005.
- BAILLY, J. VOLZONE, C. CANTERO, C. AND GRECO, A. *Modified bentonites as adsorbents for retaining anionic dyes used tanning industry*. XXXII ULTCS Congress, paper E48, Valencia (Spain), 2011.
- LAGALY G., BENEKE K., WEISS A. *Magadiite and H-magadiite: I. Sodium magadiite and some of its derivatives*. Am mineral 60. II H-magadiite and its intercalation compounds Am Mineral 60:642-658, 1975.
- SEUNG YEOP LEE, SOO JIN KIM. *Expansion of smectite by hexadecyltrimethylammonium*. Clays and Clay Minerals, Vol. 50, No4, 435-445, 2002.
- YONNI, F., FASOLI, H., GIAI, M., ALVAREZ, H. *Estudio de la biodegradabilidad y ecotoxicidad sobre colorantes textiles*. Higiene y sanidad Ambiental 8:331-334, 2008.

6. AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos la colaboración de los estudiantes de grado Alejandra Fuentes y Joaquín Cornejo.