

NEUTRALIZACIÓN DE LODOS ROJOS PROVENIENTES DE CVG-BAUXILUM CON YESO Y SU INTERACCIÓN CON UN SUELO DE SABANA

María FERNANDES¹, Armando RAMÍREZ¹ & Tommaso TOSIANI¹

¹UCV, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias de la Tierra, Caracas. Correo-e.: ilevahc@gmail.com

RESUMEN

La alúmina (Al_2O_3) es obtenida a través del proceso Bayer. Consiste en hacer reaccionar la bauxita (mezcla de gibbsita $Al(OH)_3$, boehmita $\gamma AlO(OH)$ y diáspora $\alpha AlO(OH)$) con NaOH concentrado a 200 °C aproximadamente. Las empresas productoras de alúmina generan millones de toneladas de desecho conocido como "lodos rojos". Este producto con un pH mayor o igual a 12 es depositado en lagunas de decantación y expuesto al ambiente. Este trabajo plantea la determinación de la composición química y mineralógica de los lodos rojos provenientes del procesamiento de la bauxita venezolana en CVG-Bauxilum. Así mismo, fue realizada la neutralización de los lodos rojos con yeso para obtener un material con menor alcalinidad. Una vez tratado el desecho fue evaluado su comportamiento al ser mezclado con un suelo de sabana. Los resultados apuntan a que es posible remediar los lodos rojos antes de ser expuestos al ambiente, aumentando la posibilidad de un uso posterior como sustrato para la vegetación.

Palabras clave: desecho, bauxita, enmienda, restauración, suelos.

ABSTRACT

Alumina (Al_2O_3) is obtained from the Bayer process. Consists in reacting bauxite (mixture of gibbsite $Al(OH)_3$, boehmite $\gamma AlO(OH)$ and diaspora $\alpha AlO(OH)$) with NaOH concentrated at 200 °C. Alumina producing companies generate millions of tons of waste known as "red mud". This product with a pH greater than or equal to 12 is deposited in settling ponds and exposed to the environment. This paper discusses the determination of the chemical and mineralogical composition of red mud from bauxite processing Venezuelan CVG-Bauxilum. Also, neutralization of red mud was conducted with gypsum to obtain a material with lower alkalinity. Once treated the waste was evaluated its behavior when mixed with a savanna soil. The results suggest that it is possible to remedy the red mud before being exposed to the environment, raising the possibility of future use as a substrate for vegetation.

Keywords: waste, bauxite, amendment, restoration, soil.

INTRODUCCIÓN

La producción de una tonelada de alúmina genera casi dos toneladas de desecho llamado lodos rojos (BORGES *et al.*, 2011). La acumulación de lodos rojos a nivel mundial ha alcanzado hasta el 2007 un estimado de 2700 millones de toneladas, incorporándose 120 millones de toneladas cada año (POWER *et al.*, 2011). Los lodos rojos son desechos altamente alcalinos y poseen concentraciones elevadas de sodio. Su composición mineralógica incluye hematita (Fe_2O_3), goethita ($FeOOH$), boehmita ($\gamma AlO(OH)$), cuarzo (SiO_2), también óxidos de calcio, óxidos de titanio (anatasa y rutilo), sodalita ($Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$), yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), con una menor presencia de calcita ($CaCO_3$), whewellitita ($CaC_2O_4 \cdot H_2O$) y gibbsita ($Al(OH)_3$) (PALMER & FROST, 2009). Este desecho es dispuesto en grandes áreas de tierra para su almacenamiento y su remediación ha sido difícil de alcanzar debido a que presenta alcalinidad y sodicidad elevadas (COURTNEY & MULLEN, 2009). Por otro lado, existe la necesidad de manejar grandes volúmenes de lixiviados, con un alto riesgo de infiltración de la solución alcalina a las aguas subterráneas. Su almacenamiento puede tomar muchos años en consolidar y secar el material, antes de que la remediación puede comenzar (JONES *et al.*, 2012). Sin embargo, en los últimos años puede encontrarse grandes esfuerzos en la remediación de estos sistemas aplicando ensayos de revegetación en estas áreas. Es por ello que, todas las investigaciones que conlleven a evaluar el efecto que podría presentarse entre mezclas de suelos con lodos rojos enmendados, han sido emprendidas por muchos investigadores. Este trabajo tiene como finalidad determinar el efecto que podría presentarse en un suelo de sabana, si es puesto en contacto con lodos rojos enmendados con yeso. Esto conlleva a tener una visión general del comportamiento de estos sistemas y poder aplicar este medio de remediación en los próximos años a los desechos generados en CVG-Bauxilum.

METODOLOGÍA

En primer lugar fue determinada la composición química y mineralógica de los lodos rojos provenientes de la planta CVG-Bauxilum. Para ello fue seguida la metodología propuesta por LIBERATORE (1993) preparándose por triplicado mezclas de lodo rojo (LR) con metaborato de litio ($LiBO_2$ como fundente),

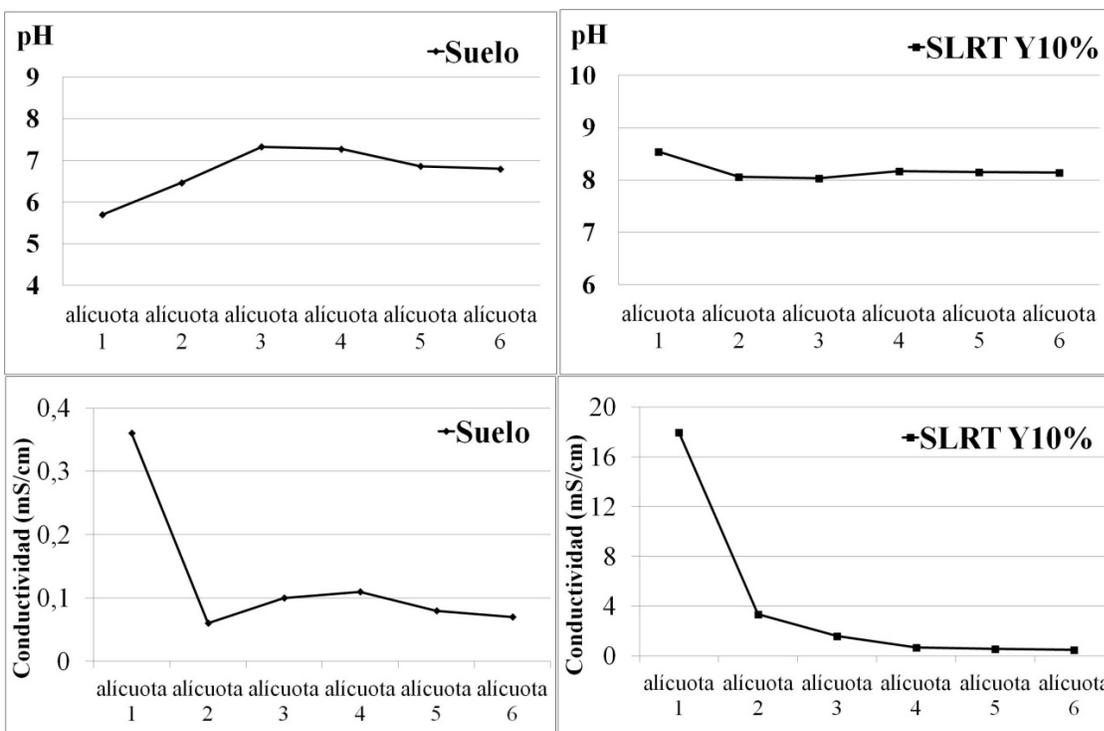


Fig. 3. Valores de pH y conductividad en cada alícuota.

En la Figura 2 puede observarse el espectro de difracción de rayos X obtenido de la muestra. La composición química de los lodos rojos provenientes de CVG- Bauxilum, es similar a la composición de los desechos generados en otros países productores de alúmina. Sin embargo, SNARS & GILKES (2009) han reportado la composición de los desechos generados por la empresa Alunorte (estado de Pará, Brasil) y puede observarse similitudes con las encontradas en este estudio. De la misma manera, las fases minerales en la muestra, son similares a las reportadas para lodos rojos generados en otras plantas a nivel mundial. Las fases minerales presentes son hematita Fe_2O_3 (H), goethita $FeOOH$ (Go), cuarzo SiO_2 (Q), gibsita $Al(OH)_3$ (G), calcita $CaCO_3$ (C) y sodalita $Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$ (So). En la Figura 3 puede encontrarse el pH y conductividad de las alícuotas de solución del suelo provenientes del suelo sin lodos rojos neutralizados (Suelo) así como de la mezcla del suelo con lodos rojos neutralizados con yeso (SLRT Y10%). Como puede observarse, el pH y la conductividad en las alícuotas del Suelo, son típicas de una solución de suelo de este tipo, calificándose como un suelo ácido.

Hay un aumento del pH de 5,7 a 8,54 al comparar la primera alícuota de 25 ml recolectada, entre el Suelo y la mezcla SLRTY10%. Esto indica una perturbación muy evidente del sistema, generando una solución del suelo muy alcalina. Para el resto de las alícuotas solo

hay una pequeña variación entre el Suelo y la mezcla SLRTY 10%. Del mismo modo, al comparar los primeros 25 ml obtenidos en ambos sistemas, puede observarse un aumento de la conductividad de 0,36 a 17,95 mS/cm (alícuota 1), indicando así que en la solución del suelo de la mezcla SLRTY 10% posee una gran fuerza iónica. Según lo reportado por SPARKS (2003), un suelo con estas características es clasificado a grandes rasgos como un suelo que podría generar sensibilidad moderada hacia plantas superiores y así afectar su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, la conductividad disminuye significativamente en las alícuotas posteriores (mayor cantidad de agua que ha percolado en la columna), alcanzando valores cercanos al del suelo sin lodos rojos enmendados. Podría pensarse que hay un efecto de dilución progresivo a medida que percola mayor cantidad de agua. En la Figura 4 puede observarse los valores de concentración de Na en la solución del suelo para la mezcla SLRTY 10% y en el Suelo. Como puede observarse, existe una gran perturbación en el sistema una vez puesto en contacto el suelo con los lodos rojos enmendados. La concentración de Na en la primera alícuota obtenida (primeros 25 ml de solución del suelo) va desde 33,4 mg/L hasta 5341,4 mg/L para el SLRTY 10%. Sin embargo, al recolectar la segunda alícuota del SLRT Y10%, disminuye considerablemente la concentración de Na a 423,2

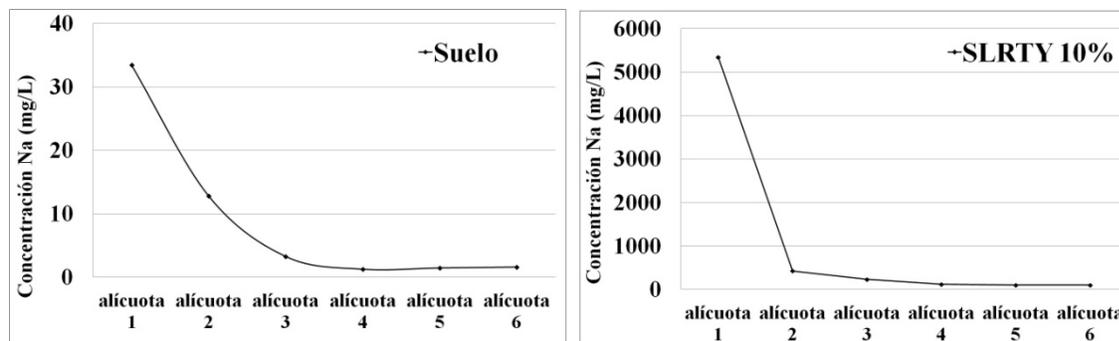


Fig. 4. Valores de concentración de Na en cada alícuota.

mg/L obteniéndose un sistema aproximadamente 10 veces más diluído. A partir de la tercera alícuota obtenida, la solución del suelo posee una concentración de Na más o menos constante en 2 mg/L mientras que para la mezcla SLRTY 10% permanece constante en 100 mg/L (equivalente a 4,35 m mol/L de Na). Según lo reportado por KUDO *et al.* (2010) puede clasificarse el SLRT Y10% como un suelo con sodicidad moderada, ya que supera el valor de 3,84 m mol/L de Na para la solución del suelo promedio a nivel mundial. El estrés de los sistemas por salinidad, es un problema importante en la agricultura. En particular, las concentraciones elevadas de Na limitan severamente la producción de cultivos ya que altera la homeostasis de cationes esenciales y microelementos en las plantas.

CONCLUSIONES

La composición química y mineralógica de los lodos rojos de CVG-Bauxilum es semejante a la composición de los desechos generados en otras plantas a nivel mundial.

La mezcla de suelos ácidos con lodos rojos enmendados podría no resultar favorable debido a que presentan valores de pH y conductividad elevados en la solución del suelo.

En las mezclas de suelos ácidos con lodos rojos enmendados, la concentración de Na en la solución del suelo es 50 veces mayor, generando condiciones no aptas para el desarrollo de cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN DE PRECIPITACIONES INAMEH. 2012. http://www.inameh.gob.ve/mensual/info_lluvia.php. Consulta 02 febrero 2012.

- BORGES A., R. HAUSER-DAVIS & T. FERREIRA. 2011. Cleaner red mud residue production at an alumina plant by applying experimental design techniques in the filtration stage. *Journal of Cleaner Production* 19: 1763 -1769.
- COURTNEY R. & G. MULLEN. 2009. Use of germination and seedling performance bioassays for assessing revegetation strategies on bauxite residue. *Water, Air & Soil Pollution* 197: 15-22.
- JONES B., R. HAYNES & I. PHILLIPS. 2012. Addition of an organic amendment and/or residue mud to bauxite residue sand in order to improve its properties as a growth medium. *Journal of Environmental Management* 95: 29- 38.
- KUDO N., T. SUGINO, M. OKA & H. FUJIYAMA. 2010. Sodium tolerance of plants in relation to ionic balance and the absorption ability of microelements. *Soil Science and Plant Nutrition* 56: 225-233.
- LIBERATORE P. 1993. Determination of majors in geological samples by ICP-AES. ICP-AES Instruments At Work: 1- 4.
- PALMER S. & R. FROST. 2009. Characterisation of bauxite and seawater neutralised bauxite residue using XRD and vibrational spectroscopic techniques. *Journal Mater Science* 44: 55-63.
- POWER G., M. GRÄFE & C. KLAUBER. 2011. Bauxite residue issues: I. Current management, disposal and storage practices. *Hydrometallurgy* 108 (1-2): 33-45.
- SPARKS D. 2003. *Environmental Soil Chemistry*. San Diego: Academic Press Elsevier Science., 352p.
- SNARS K., R. J. GILKES. 2009. Evaluation of bauxite residues (red muds) of different origins for environmental applications. *Applied Clay Science* 46: 13-20.