

# **SALINIZACIÓN Y ACIDIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL DRAGADO DEL RÍO SAN JUAN EN CARIPITO, ESTADO MONAGAS**

Julio C. Royett, Ivan J. Maza

Universidad De Oriente, Núcleo Monagas. julioroyett@hotmail.com,  
ivanjosemaza@yahoo.es

## **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades físico-químicas de los sedimentos del dragado del Río San Juan e identificar los factores que favorecen los procesos de acidificación y salinización. Se tomaron muestras en las orillas del río y de los sedimentos provenientes del fondo del caño, Se realizaron análisis físico-químicos en el extracto acuoso de las muestras. Se observó que el pH tiende a la neutralidad (6.43-7.02), y la conductividad eléctrica es muy baja (0.51 – 0.84 mS/cm). Los sulfatos se encontraron en niveles de 4.8 meq/l, y el sodio resultó en muy bajas concentraciones, 2.4 meq/l, Se infiere que los sedimentos del dragado del Río San Juan no generan peligro de acidificación y salinización mientras estén saturados, sin embargo, una vez secos o drenados pueden generar un proceso de acidificación por la oxidación de pirita, descendiendo el pH a valores muy bajos (2.5-3.5) y provocando la liberación de sales a la solución del suelo.

**Palabras clave:** Sedimentos, Río San Juan, Acidificación y Salinización.

## **INTRODUCCIÓN**

La sedimentación del Río San Juan pertenece a la región deltaica, la cual es un complejo de materiales fluviales y marinos que convergen en una posición baja (González de Juana et al, 1980), acumulándose sedimentos con cationes y aniones de carácter ácido y cantidades importantes de materia orgánica que es un reductor por excelencia (Kovda y Szabolcs 1979), que en condiciones de anegamiento permanente, se establece un ambiente reductor que favorece la formación de la pirita. La cual una vez oxidada genera ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) descendiendo el pH a valores muy bajos (2,5 - 3,5). En esta forma se desarrollan los suelos sulfato ácidos por la acidificación de la superficie del suelo una vez drenada, destruyendo la vegetación y provocando suelos desnudos (Brinkman y Pons, 1973). Aunado a esto, el ingreso de agua salina al sistema suelo por acción de las mareas desencadena un conjunto de procesos que conducen a su salinización, lo cual modifica significativamente las propiedades originales de estos suelos, como la densidad aparente, la conductividad hidráulica, la estructura y la presión osmótica. En función de estos procesos que se presentan en los sedimentos del Río San Juan, se presenta la necesidad de evaluar los cambios en las propiedades físicas y químicas de los sedimentos, así como su manejo y los efectos sobre sus posibles usos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron las áreas de muestreo tomando en cuenta la geomorfología, en distintos niveles de las orillas. Las muestras se tomaron a la altura del muelle de Caripito, cuando el cauce del río había bajado por efecto de la marea, éstas se recolectaron del fondo del río (directamente del dragado que se realizaba) y en los límites de Monagas y Sucre. Las muestras se recolectaron en bolsas de plástico herméticas a las cuales, luego de haber recolectado el sedimento, se le expulsó el aire y se mantuvieron en lo posible en un ambiente fresco. Se tomó una parte de cada una de las muestras (300g) y se colocó en embases de plástico. A cada una de las muestras se le agregó agua mientras se agitaba con una paleta constantemente hasta obtener una pasta saturada. Se dejaron reposar por 24 horas para luego realizar la extracción del extracto acuoso de cada una de las pastas, usando para este fin una bomba de vacío. El extracto acuoso se guardó en envases de vidrio bajo refrigeración y en la oscuridad para evitar la oxidación de moléculas contenidas en la solución. En la pasta saturada y en el respectivo extracto de saturación de la pasta saturada, se midió el pH usando un pHmetro. En el extracto acuoso se determinó: el  $\text{Na}^+$  por absorción atómica; la conductividad eléctrica utilizando un conductímetro de mesa; la concentración de sulfatos por turbidimetría de  $\text{BaSO}_4$ ; El  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{Mg}^{2+}$  por el método del Versenato (EDTA); los cloruros por titulación con nitrato de plata; los carbonatos y bicarbonatos por titulación con ácido sulfúrico. En esta investigación no se hace un tratamiento estadístico estricto de los datos, sólo se realiza una comparación descriptiva, de una serie de características determinadas cuantitativamente, entre grupos de suelos u horizontes. Así, en algunos casos se hace un análisis estadístico descriptivo, interpretando los parámetros estadísticos como índices de variabilidad de características de los horizontes dentro de perfiles o de éstos en grupos de suelos. Para estimar las diferencias o similitudes entre valores promedios de características de grupos de suelos a través de la prueba t de medias para grupos con varianzas diferentes.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los contenidos de aniones ( $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{HCO}_3^-$ ) y cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Ca}^{++}$ ). Los sulfatos se encuentran en niveles bajos en comparación a los encontrados por Navas, (2005), en la misma región deltaica, específicamente en Isla Manamito e Isla de Guara, reportando niveles de hasta 18 y 17.3 meq/l respectivamente. Los sedimentos del Río San Juan se encuentran en condiciones anaeróbicas, donde ocurre la reducción del sulfato produciendo pirita ( $\text{FeS}_2$ ), en estado aeróbico la pirita se oxida generando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) más sulfato de hierro ( $\text{FeOH}\text{SO}_4$ ), esto explica los altos niveles en que se encuentra este anión en los suelos de Isla Manamito e Isla de Guara. La concentración de cloruros es considerable a pesar de no alcanzar cifras tan elevadas como las encontradas en otras zonas de la región deltaica. Los contenidos de bicarbonatos son muy altos, debido a que aun los sedimentos están influenciados por formaciones ricas en carbonatos y aun no han sufrido los efectos de la meteorización.

Cuadro 1. Contenido de aniones y cationes (meq/l) en cada una de las zonas muestreadas

Zona muestreada	Aniones			Cationes		
	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>
Dragado	1.52	1.45	3.80	2.73	1.93	3.03
Monagas	4.80	1.38	4.66	2.27	3.38	4.25
Sucre	4.20	1.65	4.66	2.39	2.48	4.63

El calcio y el magnesio se encuentran en cantidades muy similares o un poco inferiores a las reportadas para los suelos del delta superior, no así para el sodio el cual está en cantidades muy por debajo a las encontradas en los suelos evaluados por Navas (2005) y Maza (2010), en Isla Manamito e Isla de Guara, quien reporta niveles de hasta 311 meqNa/l de sodio en horizontes superficiales. En el cuadro 2 se muestran los valores de pH y CE. El pH en las tres zonas muestreadas tiende a la neutralidad, a pesar de la presencia de pirita en los sedimentos, esto se debe a que aun no existen condiciones aeróbicas como para comenzar el proceso de oxidación y así acidificar el medio. Para suelos del delta medio se reportan valores de 4,5; sin embargo Navas (2005) y Maza (2010), reportan valores más bajos en el delta superior, llegando éste a alcanzar valores de 3.5 (Figura 1).

Cuadro 2. pH y CE (mS/cm) en cada una de las zonas muestreadas

Muestra	pH		CE
	Pasta	Extracto	
Dragado	6.70	7.02	0.51
Monagas	7.26	6.43	0.84
Sucre	7.00	6.78	0.74

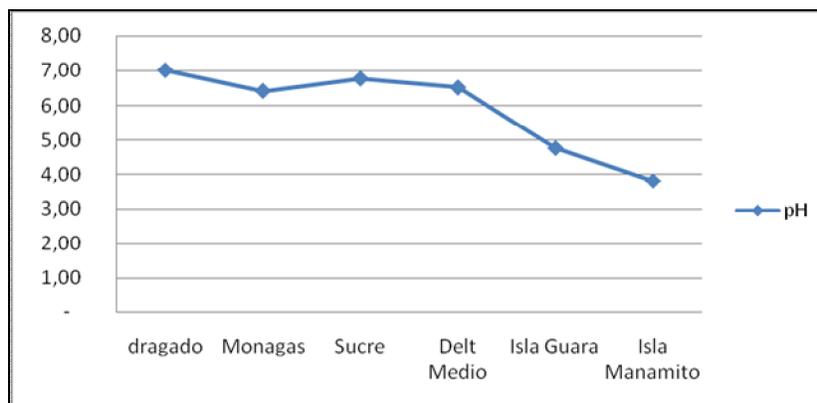


Figura 1: Niveles de pH en los sedimentos del Río San Juan, el delta medio y el delta superior (Isla Manamito e Isla de Guara ).

El pH que presentan los sedimentos tiende a la neutralidad y en este caso no depende de la presencia de sulfatos, como se observa en la Figura 2, así el contenido de sulfato varía notablemente, sin embargo el pH se mantiene más o menos constante.

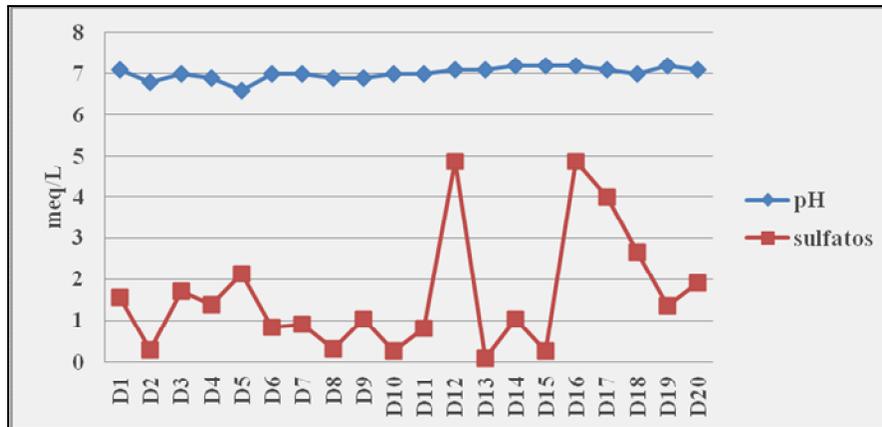


Figura 2: Comportamiento de lo Sulfatos y el pH en las veinte muestras tomadas en el fondo del Río San Juan.

En relación a la conductividad eléctrica los valores encontrados son muy bajos, en comparación a los encontrados en el delta medio (150 - 600 mS/cm), como se observa en la Figura 3. También se reportan valores en el delta medio un poco más altos que los encontrados en los sedimentos del Río San Juan, oscilando entre 26.7 y 37.9 mS/cm.

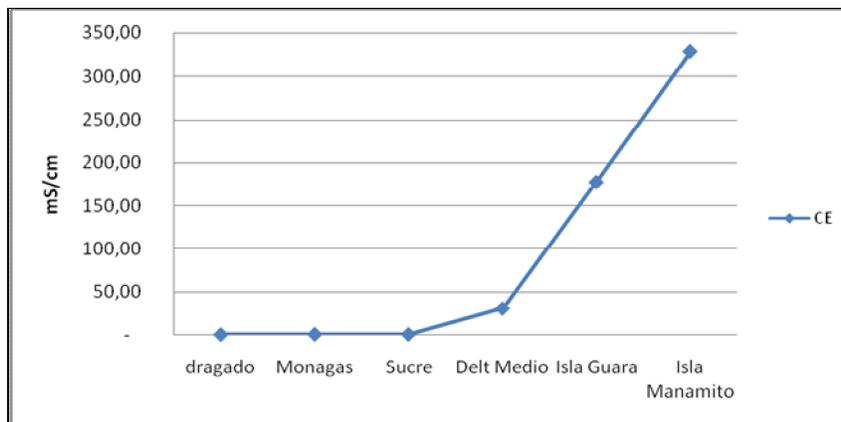


Figura 3: Valores de CE en los sedimentos del Río San Juan, el delta medio y el delta superior (Isla Manamito e Isla de Guara).

La acidez generada al oxidarse la pirita puede ser suficiente para atacar las arcillas y destruirlas, situación que describe Pons (1973) citado por Zapata (2004), indicando que la acidez producida ataca a los minerales de arcilla. Al observar la Figura 4 se puede apreciar que el contenido de sodio y cloruros asciende drásticamente a niveles mayores de 180 y 140 meq/l respectivamente en los suelos del delta superior, este comportamiento se explica por el proceso de acidificación, en el cual las arcillas mantienen atrapadas las sales, constituidas principalmente por: NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>,

CaSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaHCO<sub>3</sub>), pero al saturarse el suelo con protones (H<sup>+</sup>) se descomponen liberando al medio los elementos, de tal forma que la concentración de estos aumenta aceleradamente cuando el pH se encuentra cercano a 4.

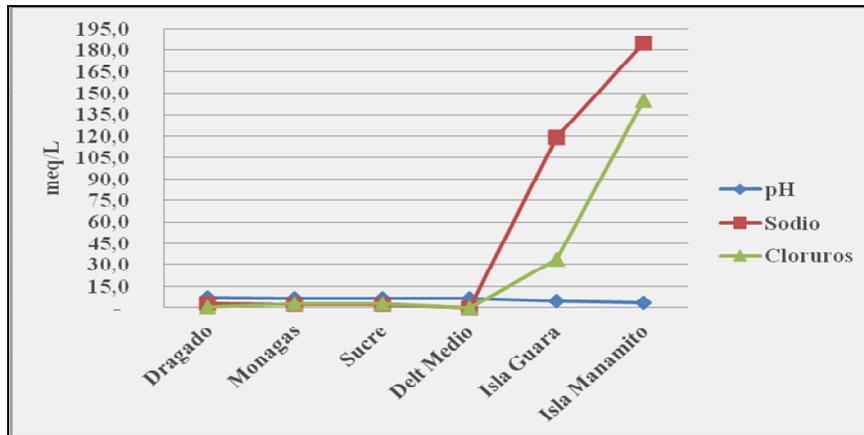


Figura 1: Relación pH vs sodio cloruros en los sedimentos del Río San Juan, el delta medio y el delta superior (Isla Manamito, Isla de Guara).

De igual forma la conductividad eléctrica aumenta (Figura 5) en función del alto contenido de sales presentes en el medio, pudiendo así causar efectos negativos en los cultivos y en el medio edáfico, es de esperarse por lo tanto que los sedimentos del Río San Juan tengan el mismo comportamiento al ser expuestos a condiciones aeróbicas, ya que se considera que los suelos de delta superior tienen la misma formación en el cuaternario reciente (Holoceno), como una sola sedimentación fluvio-deltaica, con una posición siempre cercana al litoral marino.

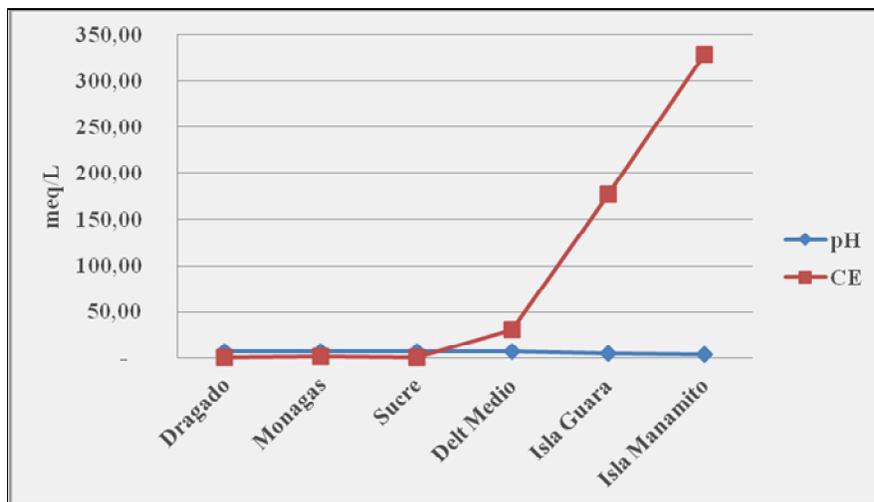


Figura 5. Relación pH vs CE en los sedimentos del Río San Juan, el delta medio y el delta superior (Isla Manamito e Isla de Guara).

## CONCLUSIONES

Los sedimentos del dragado del Río San Juan no generan peligro de acidificación y salinización mientras estén saturados. Los sedimentos una vez drenados generan un proceso de acidificación por la cantidad de hidronios ( $H^+$ ) generados durante la reacción y la producción de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). La relación pH-CE sugiere que al acidificarse más los suelos hay una mayor liberación de sales.

## BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ DE JUANA, C.; ITURRALDE J. y PICAR X. 1980. Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Ediciones FONINDES. 2 Tomos. Caracas. 1031p.
- KOVDA V. y SZABOLCS I. 1979. Soil salinization and Alkalinization processes. Modelling of soil salinization and alkalinization. Agrokemia es Talajta. Budapest, Hungary. 11-32p.
- BRINKMAN, R. y PONS, L. 1973. Recognition and prediction of acid sulphate soil conditions. Department of Soil Science and Geology. Agricultural University, Wageningen. 32p.
- MAZA, I. 2010. Efecto del cierre del Caño Mánamo sobre los procesos de acidificación y salinización de los suelos del Delta Superior del Orinoco. Tesis Doctoral. Postgrado en Ciencias del Suelo, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 369 p.
- NAVAS, M. 2005. Procesos de salinización de los suelos de las islas de Guara y Manamito, estados Monagas y Delta Amacuro, Venezuela. Trabajo de pregrado. Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela. 93p.
- ZAPATA, R. 2004. La química de la acidez del suelo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín. 181p.