

IV. RESUMEN:

Importancia de macrófitas en la retención de nutrientes y metales en un humedal artificial.

Se estudió el crecimiento de la vegetación y la eficiencia de remoción de un humedal construido a escala piloto y de un humedal definitivo para la depuración del efluente industrial y cloacal de la industria metalúrgica Bahco Argentina S. A. El afluente del humedal piloto tenía elevada conductividad y pH, y contenía Cr, Ni y Zn. Midió 6 m x 3 m x 0,4 m. Se transplantaron macrófitas emergentes y flotantes del valle de inundación del Paraná Medio. Dicho humedal se estudió durante 12 meses. El humedal definitivo se estudió durante 38 meses y sus medidas son 40 m x 50 m y 0,5 m de profundidad. Se colocó un tabique central, el cual dividió al humedal en dos secciones de igual superficie y que obligó al líquido a recorrer el doble de distancia. El tiempo de residencia hidráulica varió entre 7 y 12 días. El humedal se impermeabilizó con bentonita. El humedal piloto mostró una eficiente remoción de todos los parámetros medidos excepto el (PRS) y el amonio. Las concentraciones de fósforo total (PT) y metales en el sedimento de la entrada fueron significativamente mayores que las de la salida y ambas mayores a la concentración inicial. Las macrófitas flotantes registraron un crecimiento inicial pero desaparecieron con posterioridad. Las concentraciones de metales fueron mayores en las especies flotantes que en las emergentes y mayor en raíces que en hojas. Al comparar las concentraciones de metales registradas en los tejidos vegetales con las informadas por la bibliografía, y, en función de los resultados obtenidos en los experimentos de toxicidad al pH, salinidad y los metales, se concluye que, la salinidad y el pH del afluente fueron tóxicos para las especies flotantes. Las especies emergentes desaparecieron posteriormente con excepción de *Typha domingensis* que registró buen crecimiento y alcanzó una biomasa mayor a la de un ambiente natural sin disturbar. El humedal definitivo removió eficientemente todos los contaminantes excepto el bicarbonato, PRS y amonio. Se registró anoxia en muchos muestreos y el PRS resultó mayor en el efluente. Las concentraciones de PT, metales y nitrógeno total Kjeldahl (NTK) en el sedimento de la entrada fueron significativamente mayores que las de salida.

Las concentraciones de metales en raíces fueron significativamente mayores que las de las hojas y que las concentraciones iniciales. En el humedal definitivo se identificó una primer etapa de dominancia de vegetación representada por *Eichhornia crassipes*, la segunda, por una dominancia mixta de *E. crassipes* y *T. domingensis*, y la última, por la dominancia de *T. domingensis*. No se registraron diferencias entre las etapas en los porcentajes de remoción, excepto para el PRS y amonio. Durante la dominancia de *E. crassipes*, los metales fueron retenidos por la vegetación debido a las condiciones de anoxia. Durante las etapas de dominancia mixta y de dominancia de *T. domingensis*, la remoción de contaminantes se llevó a cabo tanto por la vegetación como por los sedimentos, aunque principalmente por éstos últimos, en relación probablemente, con la oxigenación de la rizósfera. Debido a que *T. domingensis* creció hasta el final de los períodos estudiados en ambos humedales, sin mostrar síntomas de toxicidad y presentando una biomasa significativamente superior que la del humedal natural es, entre las especies regionales estudiadas, la mejor alternativa para ser utilizada en sistemas de tratamiento de alta salinidad y pH, lo cual es una característica común de muchos procesos industriales.

Palabras clave: macrófitas, nutrientes, metales, humedales construidos.

V. ABSTRACT:

Importance of macrophytes in the retention of nutrients and metals in a constructed wetland.

Vegetation growth and removal efficiency were studied in a constructed pilot-scale wetland and in a definitive wetland constructed for the treatment of an industrial and a sewage effluent from the metallurgic industry Bahco Argentina S. A. The influent of the pilot-scale wetland had high conductivity and pH, and contained Cr, Ni and Zn. The wetland measures were 6 m x 3 m x 0.4 m. Emergent and floating macrophytes were transplanted from the Middle Paraná river floodplain. The pilot-scale wetland was studied along 12 months. The definitive wetland was studied along 38 months. It is 50 m length by 40 m width and 0.5 m depth, with a central baffle dividing it in two identical sections. Water residence time ranged from 7 to 12 days. The wetland was rendered impermeable by means of a bentonite layer. The pilot-scale wetland showed an efficient removal of all the variables measured, except soluble reactive phosphorous (SRP) and ammonium. Total phosphorous (TP) and metal concentrations in the inlet sediment were significantly higher than that of the outlet, and both concentrations were higher than the registered at the beginning of the study. The floating macrophytes showed an initial growth but they disappeared later. Metal concentrations were higher in floating species in comparison with the rooted ones, and these concentrations were higher in roots than in leaves. Comparing the metal concentrations registered in the macrophyte tissues with the reported by the bibliography, and according to the results obtained in the pH, conductivity and metal toxicity experiments, it was concluded that the influent conductivity and pH were toxic for the floating species. The rooted species disappeared later except *Typha domingensis*, which showed a higher biomass than that of a natural wetland. The definitive wetland removed efficiently all the contaminants except bicarbonate, SRP and ammonium. An anoxic state was registered in several samplings being the SRP higher in the effluent. TP, metal and total Kjeldahl nitrogen (TKN) concentrations in the inlet sediment were significantly higher than that of the outlet. Metal concentrations in roots were significantly higher than that of the leaves and that the

registered at the beginning of the study. In the definitive wetland were identified three macrophyte dominance stages. The first stage was represented by *Eichhornia crassipes*, the second one by *E. crassipes* y *T. domingensis*, and the third one by *T. domingensis*. With exception of SRP and ammonium, no significant differences in the percent of removal were registered among the stages. In the *E. crassipes* dominance stage metals were retained by vegetation because of anoxic conditions. In the other dominance stages, the contaminant removal was carried out by vegetation but principally by sediment in relation with the rizosphere oxygenation. *T. domingensis* showed a positive growth in both wetlands and reached biomass significantly higher than that of a natural wetland. *T. domingensis* is among the studied regional species the best alternative to use in treatment systems with high conductivity and pH, which is a common feature of several industrial processes.

Key words: macrophytes, nutrients, metals, constructed wetlands.