

Trabajo Fin de Grado: Evolución temporal del sistema suelo-planta del paisaje protegido Corredor Verde del Guadamar, contaminado por elementos traza tras el vertido minero de Aznalcóllar: revisión bibliográfica (1998-2015).

Margarita Ibáñez Ruiz del Portal

Tutor: Dr. Eusebio Carmona Chiara. Universidad de Sevilla

Sevilla, mayo de 2016

Tras el **accidente minero de la mina de ‘Los Frailes’** (complejo minero de Aznalcóllar, abril de 1998), en el que se vertieron cerca de 6 Hm³ de aguas ácidas y lodos mineros (muy ricos en elementos traza, ET) a las cuencas de los ríos Agrio y Guadamar, comenzó uno de los mayores programas de recuperación y limpieza de aguas y suelos conocidos en el mundo. Las aguas tratadas, exentas de metales, fueron trasvasadas al río Guadalquivir, y los suelos fueron forestados con especies leñosas autóctonas, una vez retirados los lodos y añadido enmiendas orgánicas e inorgánicas, estableciéndose así lo que se conoce actualmente como **‘Corredor Verde del Guadamar’ (CVG)**. Además de favorecer la conexión entre los espacios naturales de Sierra Morena, al norte, y Doñana, al sur, la creación de este paisaje protegido pretendía salvaguardar la imagen de la agricultura local (impidiendo toda actividad agrícola en una zona contaminada) y favorecer la calidad del agua de los ríos Agrio y Guadamar, río, este último, que alimenta al Parque Nacional de Doñana.

Una tarea de tamaño envergadura exigía el establecimiento de un amplio programa de investigación y monitorización, iniciado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía con los programas denominados **PICOVER** (Programa de Investigación del CVG, 1999-2003) y **SECOVER** (Seguimiento Eco-Regional del CVG, 2003-2006). El interés de la comunidad científica internacional por los trabajos que se realizaron en el marco de éstos y otros proyectos lo demuestran los numerosos registros referidos a este accidente minero, recogidos en repositorios internacionales como ISI WEB OF KNOWLEDGE y SCOPUS, entre otros.

En este **Trabajo Fin de Grado** se realiza una **revisión bibliográfica** de los principales trabajos publicados sobre el **sistema suelo-planta en el CVG**, desde el accidente hasta nuestros días. Se excluye la zona conocida como ‘Entremuros’ (donde fueron confinadas y tratadas las aguas ácidas) por tratarse de un medio acuático. Se hace una breve alusión a las líneas de investigación actualmente en curso, y a las medidas que podrían tomarse para mejorar la funcionalidad de este amplio paisaje protegido (CVG).

La labor de **limpieza de suelos** liderada por el gobierno regional estuvo justificada a pesar de su extraordinario coste. Esto se reflejó en los estudios realizados en parcelas experimentales (dedicadas a investigación científica) en las que no se retiró el lodo ni se aplicaron enmiendas. En ellas se constató un intenso lixiviado de ET hacia capas más profundas del suelo, hasta el extremo de que en muchas zonas habrían acabado por contaminar los acuíferos, algunos de los cuales abastecen Doñana. En los suelos colindantes, limpiados y enmendados, no se produjo lixiviado de ET.

Realmente, la generalidad de los suelos del CVG presenta hoy una **contaminación residual que puede considerarse moderada, además de estabilizada** (baja disponibilidad de ET, sobre todo en suelos calcáreos), **y de distribución muy irregular**. Sólo en los suelos más ácidos de la zona norte (desde la mina hasta,

aproximadamente, el puente de ‘Las Doblas’, Sanlúcar la Mayor) aparecen suelos desnudos (las denominadas ‘calvas’), consecuencia, posiblemente, de la mayor presencia de restos de lodo en estos puntos, enterrados por la maquinaria pesada utilizada para la limpieza. Su oxidación periódica potencia las condiciones de acidez de los suelos, impidiendo así el establecimiento de una cubierta vegetal.

También se han detectado recientemente **mayores concentraciones de lodo residual en los taludes de ambos ríos y sus proximidades**, escenarios de difícil accesibilidad para su limpieza. Esto crea condiciones especialmente graves en el tramo norte, donde, como en las calvas, la acidez generada facilita la solubilización del S (componente mayoritario de los lodos) y ET (algunos potencialmente tóxicos, como Al, Cd y Pb), que de esta forma pueden alcanzar la masa de agua y ser transportados a otros escenarios situados más al sur, incluido el Parque Nacional de Doñana.

Pero según se ha indicado, la generalidad de artículos sobre suelos refleja la existencia de una contaminación moderada y estabilizada, aspecto ratificado por los estudios de la vegetación, cuyos contenidos de ET son muy bajos en las **especies leñosas**. La excepción serían los álamos y sauces, especies pertenecientes a la familia de las Salicáceas con capacidad para acumular Cd y Zn, que han sido ampliamente utilizados en las forestaciones del CVG, sobre todo el álamo blanco (*Populus alba*). Sobre esta especie se han realizado numerosos estudios que han reflejado, entre otros aspectos, su idoneidad como planta indicadora de la contaminación de los suelos por Cd y Zn.

En general, la **vegetación herbácea** tiene contenidos mayores de ET, aunque, exceptuando algunas especies individuales (Brasicáceas, plantagos, compuestas), los pastos a base de gramíneas y leguminosas son perfectamente tolerables para su consumo por équidos, únicos animales permitidos actualmente en el CVG. No obstante, se desaconseja el pastoreo sobre pastos incipientes, por la posibilidad de que el animal consuma cantidades excesivas de suelo contaminado, adherido al pasto.

La generalidad de trabajos consultados para la realización de esta revisión bibliográfica se centra, básicamente, en los efectos que ha tenido la contaminación de los suelos sobre los organismos vivos. En la actualidad, se están abordando **nuevos aspectos**, pero relacionados esta vez con el efecto que pueden tener las leñosas forestadas sobre el propio suelo, una de las líneas principales que contempla el **Proyecto Europeo RECARE**, en el que se enmarca este trabajo. Debido a lo incipiente de estos estudios, la información bibliográfica es todavía limitada. Se está evaluando la capacidad de las diferentes especies arbóreas para la “**fitoestabilización**” de los ET en el suelo, es decir para reducir su movilidad como contaminantes en los ecosistemas del CVG.

Indicar finalmente que muchos de los artículos consultados aconsejan **seguir monitorizando la contaminación residual existente**, especialmente en aquellos escenarios donde la acidez y concentración de lodos resulta más problemática, hasta el punto de contemplar la posibilidad de nuevas limpiezas y, sobre todo, nuevos aportes de enmiendas, cuyos efectos positivos sobre la calidad del suelo y retención de metales han sido reflejados en numerosos trabajos realizados en el CVG. Por último, se abren nuevas expectativas sobre el **efecto** que pudiera tener la **reapertura de la mina** sobre los suelos, forestaciones ya establecidas, y, en general, sobre el CVG en su conjunto.