

Activación de los procesos de edafización en la rehabilitación de zonas degradadas por actividades mineras. Un caso de estudio

A. García Álvarez⁽¹⁾, M. Mejuto Mendieta⁽¹⁾, L. del Riego⁽²⁾, A.I. Cardona⁽¹⁾, F.J. Díaz Puente⁽¹⁾, V. Rodríguez Gallego⁽¹⁾, T. Schmid⁽¹⁾, R. Millán Gómez⁽¹⁾

(1) Unidad de Degradación en Suelos, Dpto. de Medio Ambiente, CIEMAT. Avda. Complutense 22, 28040 Madrid (España). E-mail: avelino.garcia@ciemat.es

(2) Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN). 2ª Avda. de Compostilla 2, 24400 Ponferrada, León

RESUMEN

Se está realizando un experiencia piloto para la rehabilitación de escombreras que proceden de la minería del carbón en la comarca de El Bierzo, para la que se ha diseñado un protocolo que pone un énfasis especial en activar los procesos de formación de suelo, como parte esencial en su evolución, que culmine con su integración en la dinámica global del paisaje que tiene lugar en ese territorio.

Palabras clave: minería del carbón, escombreras, tecnosuelos, materia orgánica

INTRODUCCIÓN

Los países firmantes del Convenio de Lucha contra la Desertificación (CLD) están obligados a desarrollar un Plan de Acción Nacional e informar periódicamente de las medidas adoptadas. En España, los escenarios en los que se ha estudiado la desertificación, asociada sobre todo a procesos de erosión y pérdida de suelo, están ubicados mayoritariamente en el Levante peninsular y el sureste árido (p. ej. Rambla Honda, Almería o la cuenca del Guadalentín en Murcia, lugares de estudio en el proyecto MEDALUS) y sometidos a presión antrópica por actividades agrosilvopastorales. No es frecuente, sin embargo, la inclusión de escenarios asociados a la actividad minera, sobre todo la que se realiza a cielo abierto, y las estructuras que ésta genera (escombreras, huecos, pistas, etc.) como una causa de desertificación, a pesar del impacto explícito que tiene dicha actividad en suelos, vegetación, ciclo hidrológico o calidad de las aguas.

Aunque el éxito en la restauración de zonas degradadas es más una percepción humana que una realidad ecológica (Davis y Slobodkin, 2004), por lo menos a corto y medio plazo, y que retornar el espacio a su estado original es una tarea casi imposible (Murdoch, 2005), no cabe duda que se pueden desarrollar planteamientos que permitan actuar sobre elementos clave del suelo y la vegetación, propiciando su activación y consiguiendo con ello acelerar los mecanismos de autoorganización de la estructura biocenótica dentro de los límites que imponen los factores ambientales. En ese sentido, al amparo del acuerdo CIEMAT-Fundación Ciudad de la Energía, venimos desarrollando una experiencia piloto de rehabilitación de escombreras en el Bierzo Alto, siguiendo unos principios de actuación que persiguen aportar los recursos suficientes, tanto abióticos como bióticos, que permitan continuar la recuperación del edafosistema sin intervenciones posteriores, reduciendo con ello los costes de la rehabilitación. La experiencia contempla la activación de los procesos para la formación de suelo y una restitución gradual de la vegetación. Su desarrollo es secuencial y pone un énfasis especial en la importancia de la materia orgánica como fuente de energía y nutrientes, además de actuar como de vector para la entrada de una

biocenosis edáfica ausente en esos escenarios. La introducción del banco de semillas con especies herbáceas se fundamenta en la incorporación de ecotipos locales.

ÁREA DE ESTUDIO Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

La comarca de El Bierzo (León) tiene una extensión aproximada de 290.000 ha y en ella se ubica una cuenca carbonífera que ocupa más de la cuarta parte de su superficie, aproximadamente 80.000 ha. La pérdida de suelo es una circunstancia generalizada en toda la cuenca debido a su remoción en grandes superficies, a lo que contribuye también una topografía con fuertes pendientes que favorece los procesos de erosión. La ausencia de suelo propicia que los materiales estériles (pizarra con piritas y restos de carbón) proliferen y queden expuestos a la atmósfera, lo que da lugar a la génesis de aguas ácidas y, en conjunto, una situación generalizada de impactos ambientales. Estas circunstancias dan lugar a la proliferación de paisajes degradados que en muchos casos aparecen como auténticos “desiertos” desde el punto de vista funcional, debido a la desaparición del suelo y la proliferación de sustratos inertes (escombreras) con una capacidad reducida para sustentar la biocenosis edáfica o la vegetación.

El protocolo establecido para la rehabilitación de las escombreras tiene como referencia el principio de fidelidad ecológica, en un contexto que enfatiza la viabilidad económica y el apoyo y la participación social en las tareas de restauración (Fig.1).



Figura 1. Bases conceptuales del protocolo de restauración.

Partiendo del principio de fidelidad ecológica y estableciendo una jerarquización de los elementos críticos que condicionan la rehabilitación, se ha identificado la activación de los procesos de creación de suelo como uno de los elementos clave, en el proceso de sucesión ecológica que, partiendo de un sustrato inerte (escombrera), debería culminar en la aparición de un suelo capaz de sustentar una comunidad vegetal similar a la del entorno. No obstante, esta consideración se olvida en la mayoría de las ocasiones y es causa de fracaso en muchas de las actuaciones dirigidas a la restauración de espacios degradados. Por otro lado, la vegetación se introduce con el objetivo de fijar físicamente el sustrato y minimizar los

problemas de erosión asociados a la morfología de fuertes pendientes que están presentes en las escombreras. Dicha vegetación, constituida generalmente por especies herbáceas, representa además una primera percepción de recuperación. Sin embargo, la disponibilidad de especies herbáceas en el mercado es muy restringida, con especies que, en muchas ocasiones, tienen muy poca relación con la flora local. Es por ello que el uso de especies autóctonas con ecotipos locales no sea habitual en las tareas de restauración (Jorba y Vallejo, 2008). Es nuestro caso, la restitución del banco de semillas con ecotipos locales se ha realizado mediante la aplicación de un acolchado con el material procedente de la siega y trilla posterior de prados y pastizales situados en el entorno de las escombreras. La revegetación continuará en fases sucesivas con la introducción de especies arbustivas y arbóreas, producidas en vivero con semillas procedentes de la zona. Esquemáticamente se puede resumir el protocolo de restauración de la siguiente manera:

<i>Fase</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Monitorización</i>
Aplicación de enmienda orgánica (Estiércol + Gallinaza)	Activación de los procesos de edafización	Variables químicas, bioquímicas y microbiológicas
▼	▼	
Acolchado (Mulching) con material vegetal semillado	Restitución del banco de semillas	Inventarios florísticos cuali- y cuantitativos
▼	▼	
Siembra de especies arbustivas	Introducción de la cubierta de matorral	Control y reposición de marras
▼	▼	
Repoblación de especies arbóreas	Introducción de la vegetación arbórea	Control y reposición de marras

El protocolo está diseñado para optimizar recursos y reducir al máximo los costes de la rehabilitación. No hay que olvidar que la superficie afectada por la proliferación de escombreras asciende a varios miles de hectáreas y, salvo que se aborde su rehabilitación desde presupuestos económicos razonables, las tareas de restauración nunca serán realizadas. Por último, el apoyo y la participación social en las tareas de restauración es un requisito imprescindible, ya que con ello se consigue el compromiso de la población en la rehabilitación de los espacios degradados que les afectan directamente. Al mismo tiempo se consigue la formación de capital humano en tareas que requieren un cierto grado de especialización y es una forma de hacer partícipe a la población en la recuperación de espacios degradados que les afectan de forma directa.

La experiencia piloto se está realizando en dos escombreras ubicadas en el núcleo urbano de Tremor de Arriba que pertenece al municipio de Igüera (Bierzo Alto), en el que la minería del carbón ha sido muy intensa en las últimas décadas y, aún hoy, se mantiene con explotaciones a cielo abierto. Las tareas comenzaron en Mayo de 2008 y ya se han completado las dos primeras fases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos hasta el momento son necesariamente provisionales, pero señalan un cambio drástico en el comportamiento de las variables que están siendo monitorizadas (Tabla 1). Hay que mencionar que se trata de escombreras que tienen ya más de cincuenta años y que han estado sometidas a diversas intervenciones dirigidas a su rehabilitación. Los

resultados recogen el estado de algunas variables bióticas, con capacidad de reflejar el cambio provocado por la incorporación al sustrato del estiércol (efecto del tratamiento). En relación a las variables microbiológicas hay que destacar un aumento significativo de la población total de bacterias, de dos órdenes de magnitud, en las escombreras que han recibido el aporte de estiércol, en relación a las que todavía no han recibido dicho aporte (momento 0). Una circunstancia similar sucede con el grupo de bacterias del orden Actinomicetales (actinomicetos), que intervienen en procesos de degradación de fracciones orgánicas más recalcitrantes. La relación Bacterias totales / Actinomicetos, sin embargo, es mucho mayor en las escombreras con aporte de estiércol, lo que indicaría un aumento relativo de las bacterias oportunistas (r-estrategas), que actúan sobre fracciones orgánicas más fácilmente degradables.

Tabla 1. Variables microbiológicas y actividad exoenzimática de la β -Glucosidasa

	Bacterias Totales	Actinomicetos	Bacterias sulforreductoras	<i>Thiobacillus</i> sp.	β-Glucosidasa
	Log (UFC+1) g ⁻¹	Log (UFC+1) g ⁻¹	Log (UFC+1) g ⁻¹	Log (UFC+1) g ⁻¹	µg azúc. red. g ⁻¹
EscTr- CE	9,26	8,08	4,00	5,00	1469
EscTr- SE	7,11	6,40	2,81	3,81	0

EscTr-CE – Después de la aplicación del estiércol; EscTr-SE – Antes de la aplicación del estiércol

Si consideramos la actividad exoenzimática, representada aquí por la β -Glucosidasa, una enzima del complejo celulolítico, puede observarse un cambio drástico ya que en las escombreras en las que no ha habido aporte de materia orgánica dicha actividad ha sido indetectable, mientras que en las que se ha producido dicho aporte la actividad se dispara y alcanza niveles muy elevados.

CONCLUSIONES

En las primeras fases de la rehabilitación de las escombreras, después de la aplicación de una enmienda con una mezcla estiércol y gallinaza (razón 3:1), se observa un incremento considerable de la actividad biológica, con la consiguiente liberación de nutrientes que están siendo utilizados por la vegetación herbácea que empieza a proliferar a expensas del banco de semillas introducido en la fase de acolchado.

AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación forma parte de los trabajos que se contemplan en el acuerdo específico entre la Fundación Pública Estatal Ciudad de la Energía, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, el Consejo Comarcal de El Bierzo y el Ayuntamiento de Igüña. Los autores agradecen a todas esas instituciones la valiosa colaboración prestada para la realización de las tareas que se vienen llevando a cabo.

REFERENCIAS

- ❖ Davis, M.A., & Slobodkin, L.B. 2004. The science and values of reclamation ecology. *Restoration Ecology*. 12, 1-3.
- ❖ Jorba, M., & Vallejo, R. 2008. La restauración ecológica de canteras: un caso con aplicación de enmiendas orgánicas y riegos. *Ecosistemas*. 17, 119-132.
- ❖ Murdoch, F.A. 2005. *Restoration Ecology in the Semi-arid Woodlands of North-west Victoria*. PhD Thesis, University of Ballarat, Australia