

Influencia de factores abióticos en la revegetación temprana tras hidrosiembra de estériles de carbón

J.G. Alday ¹

(1) Instituto Universitario de Investigación y Gestión Forestal Sostenible UVA-INIA. Área de Ecología, E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid, Campus La Yutera, E-34071, Palencia, España

➤ Recibido el 14 de marzo de 2011, aceptado el 28 de abril de 2011.

Alday, J.G. (2011). Influencia de factores abióticos en la revegetación temprana tras hidrosiembra de estériles de carbón. *Ecosistemas* 20(2-3):133-137.

La minería a cielo abierto ocasiona fuertes impactos ambientales cuya restauración es una necesidad urgente. El principal objetivo de la restauración ecológica de estas zonas mineras es la creación de ecosistemas auto-suficientes a largo plazo que se asemejen a la vegetación previa existente antes de la actividad minera (Hobbs y Northon 1996). Sin embargo, la restauración de minas de manera efectiva es un proceso complejo, dificultado principalmente por la total eliminación de la vegetación y la alteración del suelo (**Fig. 1**). No obstante, durante los procesos de restauración se dispone de una excelente oportunidad para estudiar la dinámica sucesional de la vegetación y los factores ambientales que la condicionan (Bradshaw 1983). La investigación sobre sucesiones inducidas por el hombre en zonas restauradas es de gran interés tanto desde el punto de vista teórico como práctico (Grant 2009). Práctico, ya que la información obtenida sobre el desarrollo sucesional puede ayudar a implementar y desarrollar futuros tratamientos de restauración, identificando puntos de actuación con la finalidad de conseguir una restauración más efectiva (Grant 2009; Walker y del Moral 2009). Teórico, ya que el acercamiento científico a la restauración permite obtener ideas sobre teoría ecológica fundamental, incluyendo aspectos tan interesantes como las fases iniciales del desarrollo de la vegetación o la estructuración de comunidades (Robbins y Matthews 2009), o aspectos relacionados con el desarrollo del suelo y el banco de semillas (del Moral y Walker 2007).



Figura 1. Panorámica de un cielo abierto en proceso de clausura. Se puede observar cómo el hueco minero se rellena con estériles procedentes de otras explotaciones hasta alcanzar una topografía similar a la original.

De acuerdo a estos antecedentes, en esta tesis se analizaron los procesos sucesionales de la vegetación durante la restauración de minas de carbón a cielo abierto localizadas principalmente en la provincia de Palencia (España). Con el objetivo de proporcionar recomendaciones para la restauración efectiva de estas áreas, el estudio se realizó a dos escalas temporales: a corto plazo (1-6 años tras la restauración) y a medio plazo (1-40 años tras la restauración o abandono). A corto plazo se pretendía analizar principalmente el éxito de la restauración y los factores que condicionan el establecimiento de la vegetación, mientras que a medio plazo se pretendía describir tanto la sustitución de especies como los factores que limitan la sucesión vegetal.

Desarrollo de la vegetación a corto plazo (1-6 años)

A corto plazo, las especies hidrosebradas tuvieron éxito en la revegetación, principalmente durante los dos primeros años (**Fig. 2**). Con el paso del tiempo solo 3 de las 10 especies hidrosebradas desaparecieron, el resto de especies aunque redujo su importancia continuó presente durante los 6 años. Las especies autóctonas, obligadas a colonizar desde los alrededores por la ausencia de un banco de semillas en el suelo, aumentaron en número y cobertura a lo largo de este periodo (**Fig. 2**). Los factores estocásticos (clima y colonización) o los factores abióticos (topografía) jugaron un papel importante en la composición y abundancia de especies tanto hidrosebradas como autóctonas. Por el contrario, los factores edáficos no condicionaron la composición de especies, aunque sufrieron cambios durante el proceso sucesional (incremento de materia orgánica) que favorecieron las condiciones para el establecimiento de nuevas especies. La composición de especies y la estructura de la vegetación se aproximaron a la vegetación de referencia durante este periodo.

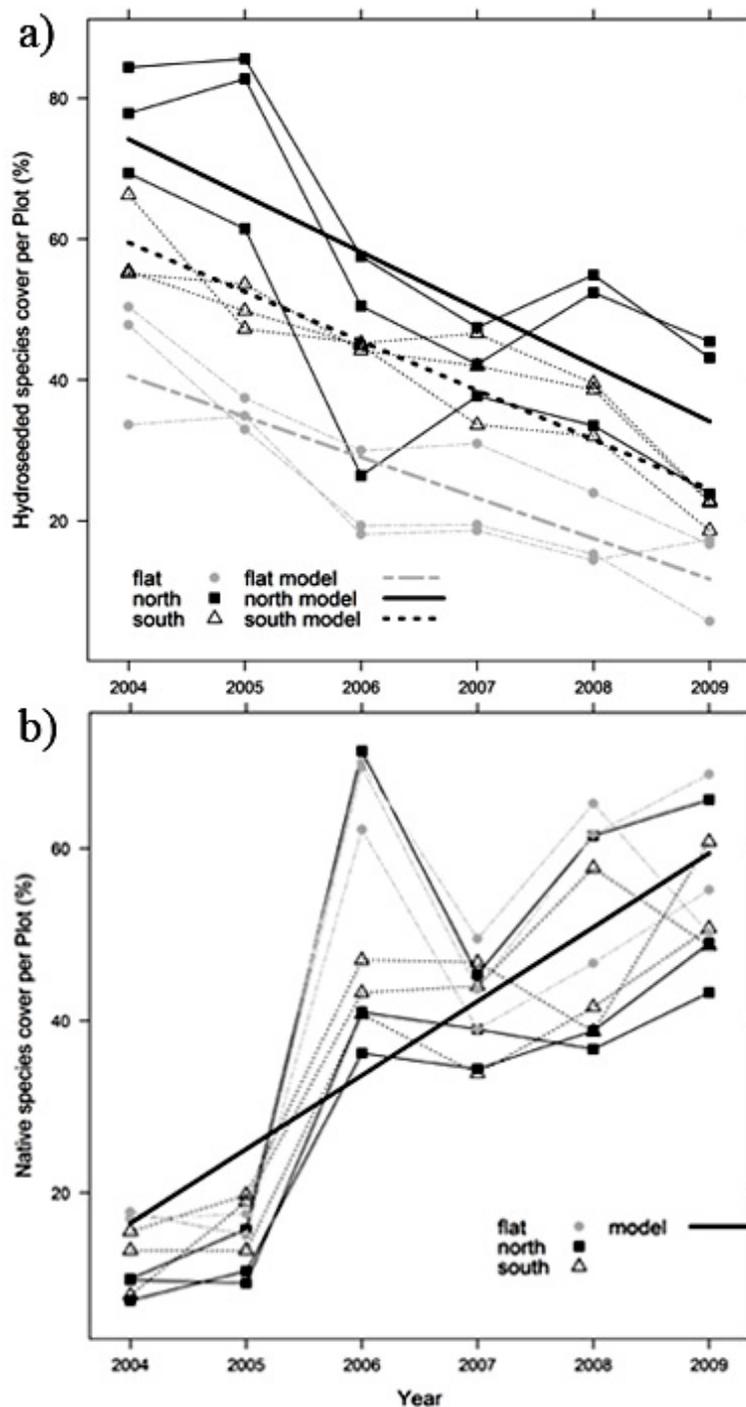


Figura 2. Cambios en el tiempo de las coberturas vegetales de especies hidrosebradas (a) y especies autóctonas (b) en cada una de las tres zonas restauradas con diferente topografía (norte, sur y llano).

Sucesión vegetal a medio plazo (1-40 años)

La sucesión vegetal a medio plazo se vio condicionada por el método de restauración, es decir, si los estériles se recubrieron o no de suelo. En las minas no recubiertas de suelo las limitaciones debidas a las características del suelo ralentizaron la sucesión, dominando especies de etapas sucesionales jóvenes (**Fig. 3**). Por el contrario, las minas recubiertas de suelo mostraron el patrón clásico de sustitución de especies, con picos en la riqueza de especies (primero especies anuales y después perennes) y un aumento en la complejidad de la estructura de la vegetación con la edad. Únicamente dos de las variables ambientales y edáficas estudiadas (la edad desde la restauración y el pH) condicionaron la sucesión vegetal, aunque ésta progresó con el tiempo en la dirección deseada, acercándose a la composición de la vegetación autóctona y desarrollándose una comunidad arbustiva natural en 15 años y un bosque joven en 30 años.



Figura 3. Esquema de los procesos que condicionan el desarrollo de la vegetación en las minas no recubiertas con tierra vegetal.

Recomendaciones para una restauración ecológica adecuada

La restauración de los paisajes mineros no es tarea fácil, principalmente por la variedad de factores que condicionan su éxito. Sobre la base de nuestros resultados se plantean tres propuestas de gestión para mejorar el proceso de restauración en áreas mineras:

1. El uso de la tierra vegetal para mejorar las limitaciones edáficas de los estériles de carbón. Sería preferible conservar la capa superficial del suelo antes de la operación minera, y posteriormente añadirla en el proceso de restauración. De esta manera se mejoran las propiedades del suelo, aumentando las posibilidades de restablecimiento de las especies de plantas autóctonas al ser una fuente de semillas.
2. El uso de especies autóctonas en la revegetación. Las especies autóctonas se adaptan mejor a las condiciones locales, acelerando el proceso de sucesión. Sin embargo, el principal problema para el uso de especies autóctonas en la restauración es la dificultad de encontrarlas en grandes cantidades, ya que normalmente no se incluyen en las mezclas comerciales. Para superar este problema, la recogida de semillas de zonas circundantes o el uso de restos de siega podrían ser buenas opciones a considerar en el futuro.
3. Es fundamental a la hora de planificar proyectos de restauración considerar factores abióticos como la topografía (orientación norte, sur o zonas llanas) y la distancia a las fuentes de semillas, ya que en cierta medida condicionarán la sucesión vegetal. Por ejemplo, las diferentes topografías necesitarán diferentes métodos de gestión, ya que las alteraciones producidas por las sequías de verano en los climas mediterráneos tienen mayor impacto sobre las orientaciones sur y llana, y como consecuencia podrían requerir nuevas medidas de revegetación en contraste con la orientación norte. Por otra parte, siempre que sea posible se recomienda que las zonas restauradas mantengan algún área en contacto con la vegetación autóctona, lo que aumenta la posibilidad de colonización de especies con limitada capacidad de dispersión.

Agradecimientos

Agradecemos a la empresa UMINSA por la información facilitada sobre los procesos de restauración utilizados y por el permiso para muestrear en sus minas. Josu González Alday fue financiado por una beca pre-doctoral (BFI06.114) del Programa de Formación de Personal Investigador del Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritza.

Referencias

- Bradshaw, A.D. 1983. The reconstruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 20:1-17.
- del Moral, R., Walker, L.R. 2007. *Environmental disasters, natural recovery and human responses*. Cambridge, Cambridge University Press, UK.
- Grant, C. 2009. State and transition models for mining restoration in Australia. En: Hobbs, R.J., Suding, K.N. (eds.) *New models for ecosystem dynamics and restoration*. pp. 280-294. Island press, London, UK.
- Hobbs, R.J., Norton, D.A. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4:93-110.
- Robbins, J.A., Matthews, J.A. 2009. Pioneer vegetation on glacierforelands in southern Norway: emerging communities? *Journal of Vegetation Science* 20:889-902.

Walker, L.R., del Moral, R. 2009. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats. *Applied Vegetation Science* 12:55-67.

JOSU GONZÁLEZ ALDAY

Influencia de factores abióticos en la revegetación temprana tras hidrosiembra de estériles de carbón - Influence of abiotic factors in early revegetation after hydroseeding of coal mines

Tesis Doctoral (Mención de Doctorado Europeo)

Instituto Universitario de Investigación y Gestión Forestal Sostenible UVA-INIA. Área de Ecología, E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid.

Octubre 2010

Dirección: Carolina Martínez-Ruiz; Robert H. Marrs

Publicaciones relevantes de la tesis:

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2011. Soil changes during early succession on coal wastes: a six-year permanent plot study. *Plant and Soil*, DOI:10.1007/s11104-011-1033-2.

Alday, J.G., Pallavicini, Y., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2011. Functional groups and dispersal strategies as guides for predicting vegetation dynamics on reclaimed mines. *Plant Ecology* 212:1759-1775.

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2011. Vegetation convergence during early succession on coal wastes: a six-year permanent plot study. *Journal of Vegetation Science* 22:1072-1083.

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2011. Vegetation succession on reclaimed coal wastes in Spain: The influence of soil and environmental factors. *Applied Vegetation Science* 14:84-94.

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2010. The importance of topography and climate on short-term revegetation of coal wastes in Spain. *Ecological Engineering* 36:579-585.

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2009. Soil seed bank formation during early revegetation after hydroseeding in reclaimed coal wastes. *Ecological Engineering* 35:1062-1069

Alday, J.G., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. 2008. The influence of aspect on the early growth dynamics of hydroseeded species in coal reclamation area. *Applied Vegetation Science* 11:405-412.

Alday, J.G., Martínez-Ruiz, C. 2007. Cambios en la comunidad vegetal sobre estériles de carbón tras hidrosiembra. *Ecología* 21:59-69.