

FIJACIÓN DE CARBONO EN BIOMASA Y SUELOS DE MINA REVEGETADOS CON CULTIVOS ENERGÉTICOS

F. Macías², A. Gil Bueno¹, C. Monterroso²

¹ Departamento de Restauración de suelos, ENDESA, As Pontes, A Coruña

² Departamento de Edafología e Química Agrícola, Facultad de Biología, Universidad de Santiago, 15706-Santiago

RESUMEN

En este trabajo se valora la capacidad de los suelos de mina para fijar carbono a través de la implantación de cultivos de elevada productividad utilizables como combustibles. Para ello se ha realizado un ensayo de productividad en la escombrera de la Mina de As Pontes (NW Spain) y se ha evaluado la cantidad de C fijado en el suelo y la biomasa durante 3 años. El ensayo se realizó con distintas especies vegetales (*Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius*, *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Alnus glutinosa* y *Eucalyptus globulus*) y con distintos marcos de plantación (2, 1 y 0.66 pies por m²). Los primeros resultados indican un efecto manifiesto de la densidad de plantación sobre la producción y, por tanto, sobre la fijación de C en suelo y biomasa. Así, el eucalipto en plantaciones de alta densidad cutriplica, en algunos casos, el valor medio de producción de biomasa de la zona Norte de España y hace recuperar en menor tiempo los niveles de C en el suelo.

Palabras clave: Restauración de suelos de mina, Producción de Biomasa, Fijación de CO₂

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the capacity of mine soils to act as sinks for carbon when revegetated with energetic crops. For this, an experiment was carried out at the As Pontes mine dump (NW Spain) whereby productivity and the amount of fixed C in the biomass and the soils was monitored over a period of 3 years. The experiment was carried out using different plant species (*Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius*, *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Alnus glutinosa* and *Eucalyptus globulus*) and several densities (2, 1 y 0.66 plants per m²). Preliminary results indicated that the density of plants had a significant effect on production and therefore C fixation in the soil and biomass. We found that biomass production in eucalyptus at high density was, in some cases, four times that of the average for forest areas at northern Spain and that C recovery in the soil was quicker than at other densities.

Key words: reclamation of mine soils, biomass production, CO₂ fixation

INTRODUCCION

Numerosos procesos degradativos han transformado grandes superficies de suelos productivos en zonas improductivas. Estos suelos se caracterizan por su baja calidad, su baja productividad de biomasa y su baja capacidad de fijación de carbono. Aunque no hay estimas precisas del alcance global de esta degradación, OLDEMAN (1994) estimó la existencia de 1965 m ha de suelos degradados en algún grado a lo largo del mundo. En Europa, las áreas extremadamente degradadas suponen un 1.4% de la superficie total de la tierra (LEHMANN *et al.*, 1996). Por razones ambientales y económicas la restauración de estos suelos es extremadamente urgente. Ambientalmente, la restauración de la productividad biológica de estos suelos mejorará la calidad del agua al reducir el transporte de sedimentos y contaminantes y disminuir el efecto invernadero por inmovilización de C en la biomasa y secuestro en el suelo. Algunas estimas indican que la restauración de suelos degradados tiene un potencial de secuestrar C a una tasa de 3 Pg C año⁻¹ (LAL, 1997, 1999). Adicionalmente, con la recuperación de estas áreas se puede producir un producto económicamente viable, como es la biomasa de cultivos forestales utilizables como combustibles.

El objetivo de este trabajo es valorar la capacidad de los suelos de mina como sumidero de carbono a través de la implantación de cultivos de elevada productividad para la producción de energía. Para ello se ha realizado un ensayo de productividad en la escombrera de la Mina de As Pontes (NW Spain) y se ha evaluado la cantidad de C fijado en el suelo y la biomasa durante 3 años.

MATERIAL Y METODOS

La escombrera de la mina de As Pontes (NW de España) ha sido diseñada para almacenar 800 Mm³ de estériles y tendrá una altura final de 220 m y una superficie de 1300 ha, de las que casi 500 están en proceso de restauración ambiental. El clima de la zona se caracteriza por una elevada precipitación y temperaturas moderadas (precipitación y temperatura medias anuales de 1684 mm y 11.6 °C, respectivamente).

El ensayo de producción de biomasa se ha desarrollado en suelos restaurados, construidos con filitas procedentes de la mina y recubiertos con una capa de tierra vegetal (20 cm) procedente de los suelos naturales de la zona.

Los cultivos energéticos incluidos en este experimento son especies arbóreas de corta rotación (*Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Alnus glutinosa* y *Eucalyptus globulus*) y arbustivas (*Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius*) que fueron plantadas con distintas densidades (0.66, 1 y 2 plantas por m²). Como control, el ensayo fue repetido en una zona forestal cercana a la escombrera.

Las plantaciones fueron realizadas en junio de 1996 y en noviembre de 1998 se determinó por corte la producción de biomasa, tomándose muestras vegetales de los distintos órganos y muestras de suelo. En las muestras vegetales se determinó la humedad, el poder calorífico y el contenido en cenizas. La tasa de fijación de carbono fue calculada después del análisis del contenido en carbono en suelos y biomasa con un autoanalizador LECO Mod. CHN 1000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La plantación de especies energéticas en suelos minerales puede contribuir a la reducción de la emisión de gases con efecto invernadero, principalmente CO₂, a través de: i) la acumulación de carbono en el suelo, y ii) la fijación de CO₂ en la biomasa como resultado de la fotosíntesis. La tasa de reducción es dependiente de las especies vegetales y de la productividad de biomasa.

Productividad de biomasa

De las especies utilizadas en este ensayo las más productivas han sido *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Eucalyptus globulus*, *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius*. Después de 30 meses se han obtenido entre 12.6 y 47.9 toneladas de materia seca por hectárea (Fig. 1).

Los resultados muestran que las plantaciones de eucalipto en alta densidad (2 plantas por m²) producen más biomasa que las mismas especies plantadas en baja densidad y que las otras especies. Si los marcos de plantación son menos densos los rendimientos de las acacias (*A. melanoxylon* y *dealbata*) son similares a los del eucalipto.

El arbusto más productivo ha sido el *Ulex europaeus*, llegando a ser más productivo incluso que

algunos árboles plantados en bajas densidades.

El poder calorífico de la biomasa osciló entre 2500 y 3600 cal g⁻¹ de materia seca, valores similares a los obtenidos para el lignito procedente de la mina de As Pontes. Se han encontrado diferencias significativas entre las distintas especies, siendo *Eucalyptus globulus* y *Acacia melanoxylon* las especies con los valores más bajos.

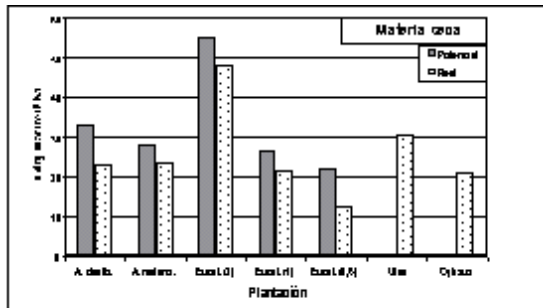


Fig. 1. Producción total de materia seca

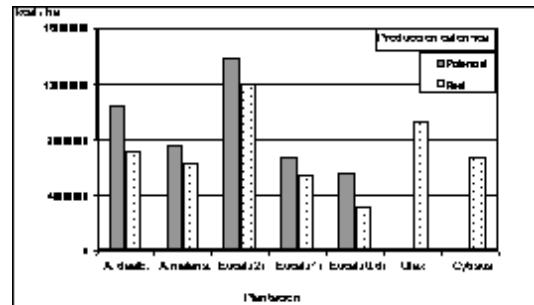


Fig. 2. Producción energética total en kcal ha⁻¹

En la figura 2 se muestra el cálculo de la producción calorífica para las distintas plantaciones estudiadas. El cultivo de eucalipto en alta densidad es el que mayor productividad calorífica, pero las diferencias con el resto de los cultivos son menores que para la productividad de biomasa, especialmente con la plantación de *Ulex*.

Acumulación de carbono en el suelo

Se ha comprobado que las labores de preparación del terreno (que incluyeron un subsolado) inducen una importante pérdida de C por incremento de la mineralización que no suele recuperarse en los tres años siguientes del ensayo cuando se realizan marcos de plantación de 1x1 o superiores. Sin embargo, en densidades mayores se produce un incremento del contenido de carbono variable según las especies (Fig. 3).

A pesar de que estos resultados tienen un margen de error importante debido al corto período de seguimiento se observan ciertas tendencias significativas. Así, puede afirmarse que el eucalipto es la planta que más C incorpora al suelo cuando el marco de plantación es de elevada densidad, mientras que en densidades menores es el aliso el que da mejores resultados. Estos resultados tienen que ser seguidos a más largo plazo para poder dar cifras de la capacidad de fijación en períodos de tiempos mayores.

La biomasa como sumidero de carbono

Como se ha dicho, la densidad de plantación tuvo un efecto significativo sobre la producción y, por tanto sobre la fijación de C en suelo y biomasa (Fig. 4). Se ha encontrado que el eucalipto en plantaciones de alta densidad (2 pies por m²) triplica, en algunos casos, el valor medio de producción de biomasa de la zona Norte de España y hace recuperar en menor tiempo los niveles de C en el suelo.

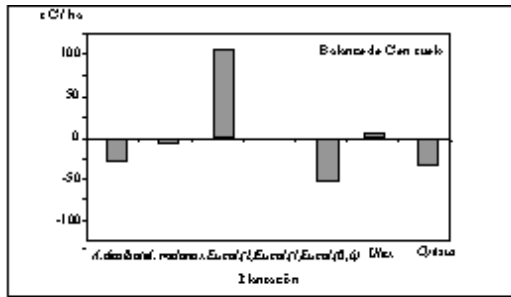


Fig. 3. Balance de carbono en el suelo después de 30 meses de plantación.

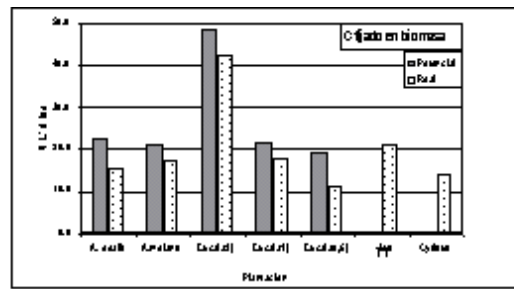


Fig. 4. Carbono fijado en biomasa aérea después de 30 meses

CONCLUSIONES

La productividad, y por tanto la fijación de C, con especies pioneras y frugales como las ensayadas es prácticamente del mismo orden en los suelos en vías de recuperación de las escombreras que en los suelos ácidos de los sistemas forestales naturales. Luego es posible utilizar terrenos degradados o en vías de recuperación para estos fines de producción de la biomasa y fijación de carbono.

La información derivada de este ensayo contribuye al desarrollo de estrategias globales de restauración con el objetivo de minimizar el efecto invernadero por fijación de carbono. Específicamente ayuda en la gestión de especies de elevada productividad en los planes de restauración de suelos degradados.

REFERENCIAS

- OLDEMAN, L. R. 1994. The global extend of soil degradation. En Greenland, D.J. y Szabolcs, I, editors, *Soil resilience and sustainable land use*. Wallingford: CAB International, 99-118.
- LEHMANN, H.; PARYKE, R.; PFLUGER, A. & REETZ, T. 1996. Sustainable land use in the European Union. En: *Biomass for Energy and the Environment. Proceedings of the 9 th European Bioenergy Conference*. 24-27 junio, 1996. Copenhagen, Denmark. Eds. Chartier, P, Ferrero, G.L., Henius, U.M., Hultberg, S., Sachau, J & Wiinblad, M.). Elsevier Science Ltd., Oxford, UK 3: pp 1727-1732.
- LAL, R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. *Soil and Tillage Research* 43, 319-464.
- LAL, R. 1999. Soil management and restoration for C sequestration to mitigate the accelerated greenhouse effect. *Progress in Environmental Science* 1, 307-326