

Simposio: Utilización de residuos orgánicos en restauración

D. Fuentes Delgado, D. Fuentes Delgado

Fundación CEAM. Facultad de Ciencias, fase V. Carretera San Vicente s/n, 03690. San Vicente del Raspeig. Alicante

➤ Recibido el 25 de agosto de 2006, aceptado el 25 de agosto de 2006.

Durante los días 18 al 21 de julio de 2006 se celebró en la Universidad de Lisboa el 2º Congreso Ibérico de Ecología, organizado conjuntamente por la Sociedad Portuguesa de Ecología (SPECO) y la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET). Dentro del marco general de este congreso, se organizó el Simposio “**Utilización de residuos orgánicos en restauración**”, como parte de las actividades previstas por el Grupo de Discusión sobre Restauración Ecológica de la AEET.

La presentación del simposio fue realizada por Alejandro Valdecantos, del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). Dio una visión general del problema que supone la generación creciente de residuos orgánicos producida en los últimos años en España y la gran cantidad de éstos que continúan teniendo como destino final el vertedero, lo que implica una pérdida de recursos (materia orgánica y nutrientes) contraria a los esfuerzos de reciclaje y reutilización demandados por la UE. El número creciente de publicaciones científicas relacionadas con la utilización de residuos orgánicos en restauración de zonas degradadas elaboradas por grupos de investigación de la Península Ibérica, parece avalar la también creciente preocupación social por estos aspectos, y la relevancia del simposio en el marco del 2º Congreso Ibérico de Ecología.

La primera presentación corrió a cargo de Montserrat Díaz-Raviña, del Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (CSIC). En ella habló sobre la aplicación de diversos residuos orgánicos para la restauración de zonas forestales quemadas en Galicia. El objetivo de los experimentos fue la evaluación de diferentes técnicas para implantar rápidamente una cubierta vegetal tras los incendios forestales. La aplicación de residuos orgánicos y siembra posterior de herbáceas anuales y perennes, tanto bajo condiciones controladas, como en las zonas quemadas, permitió una mayor rapidez en la implantación de la cubierta vegetal y una mayor producción de fitomasa. A su vez, mejoró las características físicas y microbiológicas del suelo, evaluadas como estabilidad de agregados, biomasa y actividad de los microorganismos. La gallinaza, aplicada a dosis de 11-30 Mg ha⁻¹, mostró mejores resultados que el purín o el lodo. De todos modos, con el fin de minimizar el posible efecto contaminante de dosis elevadas se realizó un nuevo experimento en invernadero con dosis más bajas, estimando mediante el ratio coste/beneficio dosis óptimas entre 2 y 4 Mg ha⁻¹.

Ignacio Querejeta, del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), ilustró el uso de isótopos estables (¹³C, ¹⁸O y ¹⁵N) para evaluar el estado fisiológico y el origen de los nutrientes utilizados por plantas sometidas a distintos tipos de preparación del terreno y adición de residuos sólidos urbanos (RSU). La principal ventaja del uso de estas técnicas es la posibilidad de mostrar el efecto acumulado de los tratamientos en las plantas durante un período de tiempo determinado. En conjunto, con distintas medidas ecofisiológicas puntuales, resultan de gran utilidad para interpretar los efectos de los tratamientos. En el trabajo presentado por el Dr. Querejeta se compararon tres técnicas distintas de preparación del terreno: ahoyado, subsolado y subsolado con adición de RSU en la línea de plantación. La supervivencia, crecimiento y acumulación de biomasa mostraron una clara ventaja del uso de subsolado y RSU durante los cinco primeros años frente a las otras técnicas. Las medidas de eficiencia en el uso de agua tras este período, no revelaron diferencias significativas por sí mismas, aunque la medida integrada de ¹³C y el potencial hídrico medido puntualmente en primavera, apuntaron a un mayor estrés hídrico en subsolado con RSU, lo cual sugiere procesos de competencia intraespecífica en este tratamiento (inicialmente la densidad de plantación de los dos tratamientos con subsolado fue mayor que en el tratamiento de ahoyado). Aunque eran de esperar diferencias en la concentración de ¹⁸O como consecuencia de variaciones en la eficiencia en el uso del agua, éstas no se produjeron. Posiblemente los niveles de ¹⁸O fueron también afectados por la mayor profundidad de enraizamiento y por la menor conductividad estomática observada en las plantas introducidas, tras el subsolado y aplicación de RSU. Todo parece indicar que un aclareo en estas masas, o una menor densidad de plantación sería una alternativa viable para mantener la ventaja adquirida con la preparación del terreno adecuada.

El objetivo del estudio presentado por Rosa Mosquera-Losada, del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Santiago de Compostela, fue valorar el efecto de la mejora de pastos en sistemas silvopastorales sobre la biodiversidad de terrenos ácidos en Galicia. Para ello se aplicaron tratamientos de encalado, fertilización con abonos orgánicos, y siembra de herbáceas en una plantación de *Pinus radiata* de 5 años de edad, dominada en el estrato arbustivo por *Ulex* y *Erica*. La dosis de lodo de depuradora, entre 0 y 60 Mg ha⁻¹, se calculó en base a la fracción disponible de N por año (25%). Ambos tratamientos, encalado y fertilización orgánica, redujeron la biodiversidad alfa debido al incremento en el pH del suelo, al cual no están adaptadas las especies presentes en el banco de semillas. El desarrollo de *Pinus radiata* también afectó negativamente a la cobertura, probablemente debido al efecto de sombreo, por lo que la densidad de plantación en estas zonas o la realización de podas son factores a tener en cuenta para evitar un descenso de la biodiversidad.

La presentación de David Tarrasón, del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), se centró en la aplicación de diferentes tipos de lodos de depuradora (fresco, compostado y secado térmicamente) en un terreno forestal degradado para estudiar los cambios en la composición de la vegetación y riqueza florística. La aplicación de 10 Mg ha⁻¹ de estos biosólidos aumentó el recubrimiento vegetal tras los dos primeros meses, aunque con una dominancia clara de especies no introducidas, especialmente, un año después. Atendiendo a los grupos funcionales, los lodos sin compostar facilitaron el establecimiento y permanencia de especies ruderales, mientras que las zonas menos ricas en nutrientes, como la enmendada con compost o las controles, presentaron mayor abundancia de plantas perennes y leguminosas. Por lo tanto, se observó nuevamente, que la aplicación de residuos orgánicos no mejoró la diversidad específica, aunque sí alteró la composición florística y mejoró el recubrimiento vegetal.

Gerardo Cabezas, del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), presentó los resultados obtenidos con la utilización de distintos residuos orgánicos en suelos degradados y la respuesta de la vegetación natural e introducida. Utilizaron lodos de depuradora compostados, secados térmicamente o los lodos procedentes de la propia gravera. En ensayos previos de invernadero observaron un incremento notable de la biomasa aérea y radicular de distintas herbáceas. Las dosis en el ensayo de campo oscilaron entre 0 y 200 Mg (peso fresco) ha⁻¹. Los cambios en el suelo estuvieron muy relacionados con las características iniciales de los distintos residuos orgánicos añadidos. Así, tras un año desde la aplicación de los tratamientos, el pH aumentó con los lodos de gravera, la conductividad eléctrica lo hizo con los lodos sin compostar y el porcentaje de materia orgánica con el lodo compostado. La cobertura y biomasa de la vegetación no introducida (antes de sembrar) mostró una respuesta positiva a la aplicación de los biosólidos, que se vio potenciada por la siembra posterior.

Joan Romanyà, del Departamento de Productos Naturales, Biología Vegetal y Edafología de la Universitat de Barcelona, expuso en su presentación los cambios producidos en la concentración de materia orgánica y metales pesados (Cu, Ni y Zn) en distintos suelos forestales tras la aplicación de lodo de depuradora con o sin enriquecimiento previo de Cu, Ni y Zn y en ambos casos a dosis de 60 Mg ha⁻¹. Tras la aplicación de los tratamientos, los suelos se incubaron durante tres meses en condiciones de alta humedad. El porcentaje de materia orgánica (MO) aumentó en todos los suelos mientras que la concentración de metales en los suelos enmendados sólo se vio incrementada significativamente en el caso de aplicación de lodos enriquecidos. Tras la incubación se observó un incremento de MO asociada a las fracciones finas y un descenso en las más gruesas, así como un porcentaje destacable de metales asociados a la arena fina, coincidiendo con la distribución de la MO. A su vez, observaron mayor estabilidad macroestructural de los suelos enmendados con lodos enriquecidos en metales, lo cual puede sugerir una reducción de la actividad biológica causada por la concentración de los metales pesados en los meso y macroagregados del suelo. Esto podría tener implicaciones en la dinámica de MO y nutrientes, y en la movilidad de los metales a medio plazo. Otra consecuencia interesante de la aplicación de lodos enriquecidos en metales pesados fue la modificación de la proporción de MO presente en las diferentes fracciones granulométricas.

Fuensanta Caravaca, del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), presentó un ensayo donde se combinaba la adición de un residuo orgánico, con la micorrización de plantas de *Dorycnium pentaphyllum* con endosimbiontes del género *Glomus*. El residuo de oliva fermentado con *Aspergillus niger* y fosfato de roca se incorporó en 20 cm del suelo. Los resultados de la actividad enzimática en los suelos tratados reflejaron un efecto positivo de la combinación de tratamientos frente al suelo control, aunque la mejora de las propiedades físicas del suelo fue exclusivo del residuo. El efecto sinérgico de los tratamientos fue muy evidente en el crecimiento de las plantas seis meses tras la plantación, siendo *G. mosseae* y *G. intraradices* los simbiosiontes más efectivos para el desarrollo de la biomasa aérea y radicular, respectivamente.

Graça Oliveira, del Centro de Ecología e Biología Vegetal (CEBV) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa, presentó un trabajo de recuperación ambiental de canteras de calizas, integrado en una red de proyectos pilotos similares establecidos en varias zonas con clima mediterráneo (ECOQUARRY). El proyecto incluye la evaluación de la siembra de mezclas comerciales y autóctonas de especies herbáceas, la siembra y plantación de planta autóctona, riegos de apoyo en verano y la adición de compost de RSU. En el primer verano únicamente se evaluó la adición de compost, ya que se regaron todos los taludes. Pasado el primer verano y hasta la primavera siguiente, la adición de RSU no tuvo efecto en la cobertura vegetal de ninguna de las mezclas de semillas utilizadas, afectando negativamente a la germinación y a la densidad de plantas. Tras este primer período, está pendiente la evaluación de la mortalidad de herbáceas, la respuesta de las arbustivas

así como la evaluación del efecto del riego, lo que probablemente, ayude a discriminar de manera más clara el efecto del RSU añadido.

La mayoría de los trabajos presentados mostraron efectos a corto plazo producidos por la adición de residuos orgánicos en zonas degradadas. En general, mejoraron las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, favoreciendo un mayor recubrimiento vegetal y/o mayores tasas de crecimiento de la vegetación introducida. Sin embargo, hay otros aspectos destacables a tener en cuenta a medio o largo plazo como son los efectos indirectos de este aumento de biomasa o cobertura del arbolado sobre la diversidad de otros componentes del ecosistema (estrato herbáceo, fauna edáfica, etc.), el aumento de la competencia intraespecífica de las plantas introducidas en zonas enmendadas o los posibles efectos sobre la movilidad de los metales pesados a medio plazo y su distribución en las distintas fracciones mineralógicas del suelo.

Las cuestiones generales que se trataron durante la discusión posterior fueron, entre otras, la escasa repercusión que tienen en la gestión cotidiana de zonas degradadas las numerosas investigaciones relacionadas con el uso de residuos orgánicos en restauración. Se apuntó como posibles causas la baja interacción que todavía existe entre investigadores y gestores, y el descenso generalizado en el número de actuaciones de restauración y reforestación producido en los últimos años, a lo que se añaden las reticencias que provoca el incremento de coste de estas técnicas. Otras cuestiones abordadas fueron la falta de definición de dosis de aplicación y la variabilidad de efectos de estas dosis sobre el suelo y las plantas en función del tipo de preparación del terreno, la profundidad de mezcla o las características intrínsecas del suelo y del residuo. La estandarización en base al N aportado podría servir como base para facilitar la mejor comparación entre los distintos trabajos. Se cuestionaron aspectos de aplicación de residuos orgánicos a grandes zonas degradadas y el riesgo que esto puede conllevar asociado bien por la liberación y lixiviado de metales pesados hacia aguas superficiales, o bien por el arrastre directo de los residuos por escorrentía superficial en zonas donde no se realiza una incorporación de éstos al suelo y las pendientes son moderadas o fuertes. Por último se mencionó el posible riesgo que puede suponer la falta de atención prestada a la degradación en los suelos, de los contaminantes orgánicos contenidos en los residuos orgánicos, probablemente debido a la dificultad que supone trabajar con este tipo de compuestos, y el escaso desarrollo actual de protocolos que faciliten su estudio.

Comunicaciones y autores

Cabezas J.G. Utilization of organic residues in a restoration field experiment.

Carrasco L., Kohler J., Caravaca F., Azcón R. y Roldán A. La adición de orujo de oliva fermentado con *Aspergillus niger* mejora el establecimiento de plantas micorrizadas de *Dorycnium pentaphyllum* en un área semiárida mediterránea.

Díaz-Raviña M., Villar M.C., Petrikova V., González-Prieto S.J. y Carballas T. Utilización de residuos orgánicos en la recuperación de suelos quemados de la zona templado húmeda.

Mosquera-Losada R., Rodríguez-Barreira S. y Rigueiro-Rodríguez A. Implicaciones bioespecíficas del manejo para la mejora de la fertilidad de suelos ácidos en sistemas silvopastorales de Galicia.

Oliveira G., Nunes A. y Correia O. ECOQUARRY- Ecotecnología para a recuperação ambiental de pedreiras: o caso de estudo no outão, serra da arrábida.

Querejeta JI., González-Barberá G., Albaladejo J. y Castillo V. Evaluación del estatus hídrico de *Pinus halepensis* en repoblaciones forestales experimentales mediante medidas de isótopos estables de carbono y oxígeno en acículas.

Tarrasón D., Ojeda G. y Alcañiz J.M. Cambios producidos por la aplicación de lodos de depuradora sobre la vegetación de una zona transformada en dehesa.

Toribio M. y Romanyà J. Cambios en la concentración de Cu, Ni, Zn y materia orgánica después la aplicación de lodos de depuradora en tres suelos forestales mediterráneos.