

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PASTO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES BAJO CHOPO EN DIFERENTES CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y ENCALADO

M^a Rosa Mosquera-Losada, Daniel Morán-Zuloaga, José Javier Santiago Freijanes y Antonio Rigueiro-Rodríguez

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Universitario. 27002-LUGO (España). Correo electrónico: romos@lugo.usc.es

Resumen

El trabajo que se presenta se realizó en plantaciones de chopo (*Populus x euramericana*) establecidas en el año 2001 a un marco de plantación de 4,8x4,8 m en el municipio de Pastoriza ubicado en Lugo, presentándose en este trabajo los resultados de los años 2005 y 2006. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto residual del encalado y la fertilización con lodo de depuradora urbana sobre la producción de pasto en un sistema silvopastoral bajo chopo. El diseño experimental llevado a cabo fue de bloques al azar con tres repeticiones, consistiendo sus tratamientos en dos dosis de cal (0 y 2,5 t.ha⁻¹) y tres dosis diferentes de lodo (que implicaban 0, 100 y 200 kg.N total. ha⁻¹). La combinación de dosis medias de lodo y encalado mejora el crecimiento forestal y de pasto ya que no promueve la competencia entre los dos componentes. No obstante, el empleo de dosis altas de lodo (200 kg. N total.ha⁻¹) fomenta el crecimiento de ambos componentes.

Palabras clave: *Populus x euroamericana*, Fertilización suelo, Lodos, Encalado, Efectos residuales

INTRODUCCIÓN

La comunidad autónoma de Galicia es eminentemente forestal, si bien la mayor parte de la renta final agraria procede del sector ganadero, resultando ambas actividades de gran importancia en esta región. Además, la producción ganadera ha sido tradicional en Galicia, por lo que las praderas son recursos fundamentales prioritarias para su producción.

Galicia consta de una superficie cifrada en casi tres millones de hectáreas, de los cuales el 69,7% está clasificado como terreno forestal, y el 48% por terrenos arbolados. Las estadísticas obtenidas teniendo en cuenta el predominio de diferentes tipos de especies forestales revelan

que las especies frondosas ocupan un 40% de la superficie total, al tiempo que las coníferas suponen un 30%, estando la superficie restante constituida por una mezcla entre ambas. Estos datos, tomados del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN), revelan el incremento de monocultivos de especies frondosas y una reducción de las masas mixtas respecto al Segundo IFN (10% y 54%, respectivamente) (XUNTA DE GALICIA 2001).

La utilización del chopo (*Populus x euramericana*) en repoblación ha ido incrementándose notablemente, alcanzando en la actualidad aproximadamente 100.000 has en esta región. Esta especie se caracteriza por necesitar pHs intermedios, por lo general superiores a 5,8. Los suelos gallegos poseen por lo general un pH ácido, que

provoca que los niveles de aluminio edáfico puedan provocar efectos inhibitorios para la absorción de otros nutrientes en las plantas (LÓPEZ, 1995). Para limitar el efecto negativo del aluminio las aplicaciones de enmiendas calizas son necesarias en muchos casos acompañando a la fertilización con el objeto de mejorar la producción agrícola como los pastos. En los sistemas silvopastorales, en los que se combina este pasto con el arbolado, este último componente puede beneficiarse de las aplicaciones de estas enmiendas y fertilizantes (LÓPEZ-DÍAZ *et al.*, 2007).

Por otro lado, el correcto uso de los desechos orgánicos y sus efectos al medio ambiente han sido objeto de debate tanto en España como en la Unión Europea. En España la gestión agrícola de los lodos está regulada por el Real Decreto 1310/90 en el que se indican los valores límite máximos de metales pesados permitidos en el lodo y en el suelo, para poder realizar un uso agrícola de este residuo.

Uno de los principales inconvenientes de este residuo es la existencia de metales pesados en mayor proporción que en los suelos, lo que ocasiona que se acumulen en el suelo, pudiendo causar problemas de toxicidad en plantas, animales o que alcance al hombre a través de la cadena trófica (RIGUEIRO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2002).

Estos metales suelen ser potencialmente más peligrosos en suelos ácidos debido a su mayor disponibilidad a pH bajos, lo que hace que sea muy importante evaluar su evolución temporal una vez aplicados los lodos y encalado, al modificarse con estas dos estrategias de manejo el pH del suelo (LÓPEZ-DÍAZ *et al.*, 2007; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007). Es también muy importante determinar cual es la producción de pasto y el crecimiento del arbolado tras este manejo.

El objetivo del este estudio fue conocer el efecto del encalado y el aporte de lodos de depuradora urbana sobre la producción de pasto y el crecimiento del arbolado en el municipio de Pastoriza ubicado en Lugo, al noroeste de España.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el municipio de Pastoriza (43° 14' latitud y 7° 21' longitud) situado a 550 metros sobre el nivel del mar. Se estableció una plantación de chopo (*Populus x eurameri-*

cana) en el año 2001, sobre una pradera establecida con 25 kg.ha⁻¹ de *Dactylis glomerata* var. *Artabro* y 4 kg.ha⁻¹ de *Trifolium repens* en el otoño del 2000. Las parcelas estaban distribuidas siguiendo un diseño de parcela dividida asignándose a las parcelas principales el tratamiento de encalado y a las sub-parcelas el del aporte de lodo.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres dosis de lodo de depuradora urbana que se combinan con dos dosis de cal, las tres primeras implican una dosis total de nitrógeno de 0, 100 y 200 kg N total.ha⁻¹, y las tres últimas están formadas por las mismas dosis pero acompañadas por un tratamiento a base de 2,5 t CaCO₃.ha⁻¹. El primer año se aplicó la cal justo antes de la siembra y posteriormente las dosis de lodo anteriormente mencionadas a finales del invierno de los años 2001, 2002 y 2003. Con el objeto de valorar el efecto residual de los tratamientos aplicados, no se efectuaron aportes de fertilizantes o cal en los años 2004, 2005 y 2006. En el año 2006 se realizaron mediciones del crecimiento del arbolado, en altura y en diámetro basal de los nueve árboles situados en el interior de las parcelas con objeto de evitar el efecto borde. Para esto se requirió de los siguientes materiales: pértiga, cinta métrica y calibre.

La densidad de plantación establecida fue de 484 pies por hectárea (4,8x4,8 m), aprovechándose el pasto mediante siega durante los años 2001-2004. A partir del año 2005 se pastorea con ovejas bajo un sistema rotacional durante períodos cortos de tiempo y cargas muy elevadas que permiten que el pasto se aproveche en dos-tres días. Antes de la entrada del ganado se procede a la toma de muestras en el campo y se efectuaron tres cosechas en el año 2005 (mayo, agosto y diciembre) y otras tres en el 2006 (mayo, junio y diciembre). En cada cosecha se tomaban 8 muestras de pasto por parcela: a 2,4 y 1,2 m del árbol central siguiendo las orientaciones norte, sur, este y oeste. El superficie de cada muestra las muestras era de 0,09 m². Antes de cortar la hierba dentro de cada cuadrado se evaluó la composición botánica de forma visual.

Para el análisis estadístico se realizó el diseño de bloques completos al azar descrito bajo el siguiente modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$, donde Y_{ij} es la variable a estudiar; μ es la media de la variable; T_i son los tratamientos; B_j son los blo-

ques; ε_{ij} es el error. También se efectuó una prueba de diferencia de medias LDS ($p < 0,05$) usando el programa estadístico SAS (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al arbolado, se encontró una interacción significativa tanto en el crecimiento en altura como en el diámetro del arbolado a la

aplicación de lodos realizada en el 2004, de tal manera que se encuentra una respuesta claramente positiva a la dosis de lodo cuando no se aplica cal (Figura 1).

Sin embargo, la aplicación de lodo en los tratamientos previamente encalados induce un aumento del crecimiento en altura con las dosis medias, reduciéndose notablemente el crecimiento en las dosis más altas de lodo. Esto puede explicarse por la mayor producción de

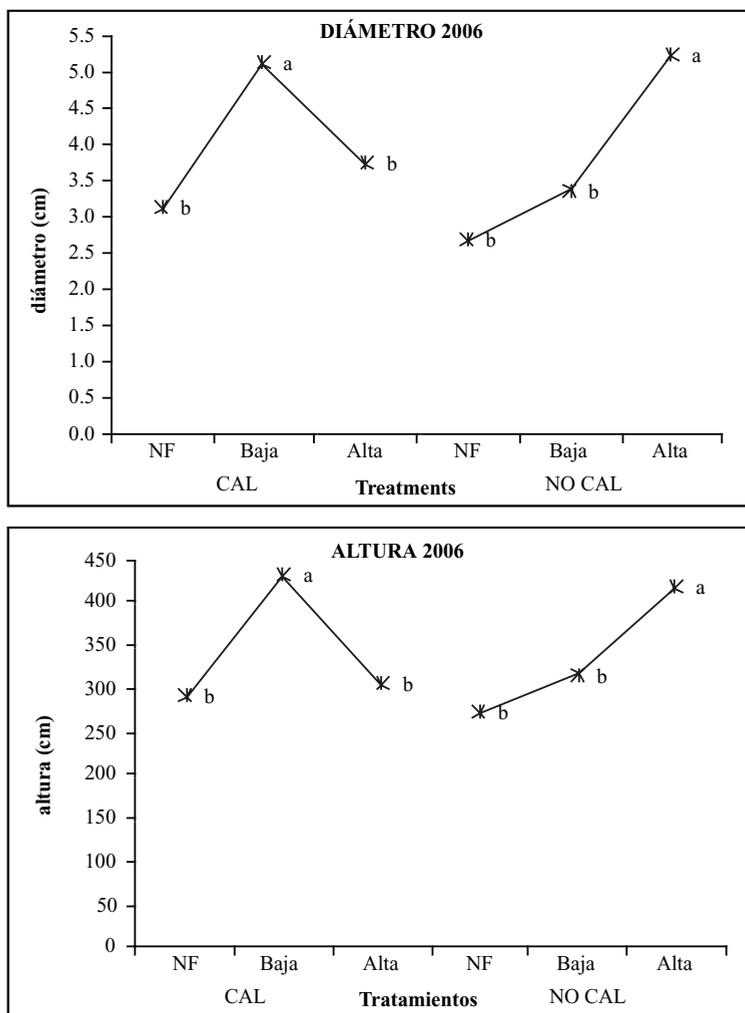


Figura 1. Altura y diámetro de los árboles interiores de las parcelas medidas en el año 2006 según el tratamiento aplicado, donde NF es tratamiento No Fertilización, 100 es dosis baja y 200 es la dosis alta realizados en 2006. Letras diferentes significan diferencias significativas en los tratamientos

pasto encontrada en los tratamientos previamente encalados y fertilizados con dosis alta de lodo. Similares resultados se obtuvieron en las mediciones hechas en años anteriores.

La mejora del crecimiento forestal tras el aporte de fertilizantes orgánicos en terrenos con un uso previo agrícola ha sido descrita en otras especies de crecimiento rápido como el *Pinus radiata* (MOSQUERA-LOSADA et al., 2007) y puede justificarse por su capacidad de liberar lentamente el nitrógeno y por su capacidad de mejorar la retención de agua. Es importante señalar, no obstante que a diferencia de lo que ocurre con *Pinus radiata* D. Don en suelos en los que no se fertiliza, con el chopo la ausencia de fertilización provoca una disminución clara del crecimiento del arbolado, lo que se explica por la mayor exigencia del chopo en cuanto a requerimientos edáficos. Algo similar se encuentra en

de *Eucalyptus nitens* (H. Deane & Maiden) Maiden (MOSQUERA-LOSADA et al., 2007).

Las producciones de pasto también difieren significativamente a pesar de que desde el año 2004 no se realizó ningún aporte de fertilizante. Se encontró el mayor efecto residual en el primer corte del primer año (Figura 2), reduciéndose este efecto con el tiempo. El efecto residual del aporte de abonos orgánicos también se ha descrito con *Pinus radiata* (RIGUEIRO et al., 2000) con lodo de lechería, pero también con lodo de depuradora (LÓPEZ-DÍAZ et al., 2007). No obstante el efecto residual de estos estudios demostró ser más reducido en el primer caso por la menor dosis empleada y en el segundo porque se produjo un aumento de cobertura forestal que limitó el crecimiento del pasto y por tanto su respuesta a los fertilizantes. La menor densidad empleada con el chopo, así como su menor

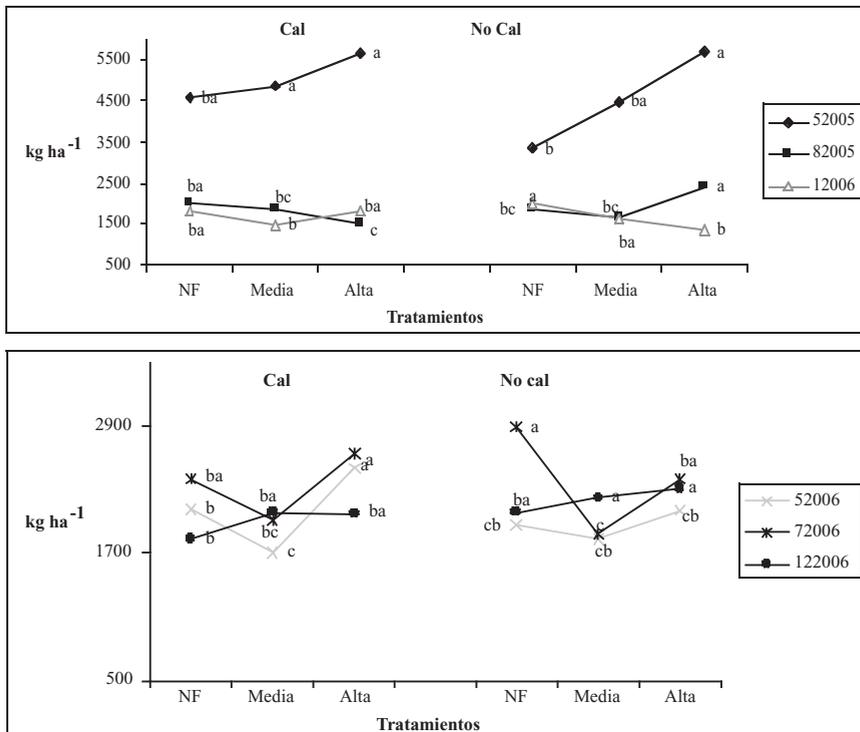


Figura 2. Variación de la producción de pasto expresada en kg ha⁻¹, obtenida en cada tratamiento en los cortes realizados en primavera e invierno de 2005 y 2006; donde NF es tratamiento No Fertilización, Media y Alta es fertilización con lodos aplicados en 2004 en la cantidad necesaria para aportar 100 y 200 kg N ha⁻¹, respectivamente. Letras diferentes significan diferencias significativas en los tratamientos

capacidad para interceptar luz permitieron que se mostrase una respuesta positiva al aporte de lodo tanto si se encala como si no 5-6 años después de iniciada la experiencia. No obstante la respuesta al encalado fue mucho menor, debido probablemente a que se suele manifestar hasta tres años después de su aporte pero no más tarde (LÓPEZ-MOSQUERA, 1995).

Tanto en el último corte del período de crecimiento primaveral de ambos años como en el corte de otoño la producción de pasto se vio notablemente mermada debido a la sequía en el primer caso y al frío y a la menor radiación incidente en el segundo. No obstante, es importante señalar que se encuentra un efecto significativo en el que el tratamiento de no fertilización es el que mejora la producción de pasto con respecto a los demás sobre todo en comparación con la dosis media, lo que podría justificarse por el menor crecimiento forestal encontrado en el tratamiento de no fertilización, que mejora la cantidad de luz que llega al pasto y por lo tanto su respuesta a la fertilización. Por otro lado, la mejora de la producción de pasto en el tratamiento de dosis alta de fertilización podría explicarse por la presencia de un efecto residual del aporte de lodo a dosis altas que no ocurre a dosis reducidas.

En general podemos concluir que la combinación de dosis medias de lodo y encalado mejora el crecimiento forestal y de pasto ya que no promueve la competencia entre los dos componentes. No obstante, el empleo de dosis altas de lodo (200 kg N total.ha⁻¹) fomenta el crecimiento de ambos componentes.

AGRADECIMIENTOS

Se brinda un fraternal agradecimiento a las instituciones que cooperaron en la realización de este proyecto, Departamento de Producción vegetal de la Escuela Politécnica de la Universidad Santiago de Compostela, por su asistencia en campo, laboratorio y asesora técnica en especial a Teresa Piñeiro López y Divina Vázquez Varela, además de la Agencia Española

de Cooperación Internacional y su programa de becas MAE-AECI.

BIBLIOGRAFÍA

- LÓPEZ-DÍAZ, M.L.; MOSQUERA-LOSADA, M.R. & RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; 2007. Lime, sewage sludge and mineral fertilization in a silvopastoral system developed in very acid soils. *Agroforestry Systems* 70(1): 91-101
- LÓPEZ MOSQUERA, M.E.; 1995. *Enmiendas. Corrección de la acidez. Encalado*. Escola Politécnica Superior. Lugo
- MOSQUERA-LOSADA, M.R. SANTIAGO-FREIJANES, J.J. FERNÁNDEZ-NÚÑEZ, E. Y RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; 2007. Efecto de la fertilización con lodos de depuradora urbana sobre la producción de pasto y el crecimiento del arbolado en sistemas silvopastorales establecidos bajo *Eucalyptus nitens* (H. Deane & Maiden) Maiden. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 22: 119-124
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; AMADOR-GARCÍA, A. & MOSQUERA-LOSADA, M.R.; 2002. Characterization of dairy and municipal sewage sludge as fertilisers. *In: VII European Society for Agronomy Congress.*: 399- 400. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA LOSADA, M. R. & GÁTICA TRABANINI, E.; 2000. Pasture production and tree growth in a young pine plantation fertilized with inorganic fertilizers and milk sewage in north-western Spain. *Agroforestry Systems* 48(3): 245-256.
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R. & LÓPEZ-LÓPEZ, M.L.; 2007. Mineral concentrations in herbage and soil in a *Pinus radiata* silvopastoral system in north-west Spain after sewage sludge and lime application. *Grass Forage Sci.* 62(2): 208-224.
- SAS; 2001. *SAS/Stat User Guide, statistics ed.* SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
- XUNTA DE GALICIA; 2001. *O monte galego en cifras*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.