

ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN SISTEMA AGROFORESTAL BAJO DISTINTOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN

M^a Lourdes López Díaz y Gerardo Moreno Marcos

Universidad de Extremadura. Centro Universitario de Plasencia. Avda. Virgen del Puerto 2. 10600-PLASENCIA (Cáceres, España). Correo electrónico: lurdesld@unex.es

Resumen

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de dos dosis de lodos de depuradora urbana (360 y 720 kg N_{total}·ha⁻¹, 25% mineralizable en el primer año) y dos dosis de fertilización mineral (90 y 180 kg N_{total}·ha⁻¹) aplicada a un suelo ácido y de textura arenosa sobre la producción de pasto y el crecimiento del arbolado (diámetro en el cuello de la raíz) creciendo bien separadamente bien combinados: Suelo desnudo (D), Pasto (P), Árbol (S) y Árbol-Pasto (SP). Para ello se realizará un ensayo en invernadero en el que se pretendía reproducir las condiciones presentes en las praderas de regadío, con elevados requerimientos de fertilizante. El ensayo comenzó en febrero, con la plantación del arbolado en invernadero en macetas cilíndricas (20 cm de diámetro y 120 cm de profundidad). Se plantó una unidad de cerezo en cada contenedor en los destinados a árbol y sistema silvopastoral. En el mes de marzo se procedió a la siembra del pasto (5 kg·ha⁻¹ de *Trifolium repens*, 8 kg·ha⁻¹ de *Dactylis glomerata*, 2 kg·ha⁻¹ de *Lolium multiflorum* y 6 kg·ha⁻¹ de *Lolium perenne*). Los mayores valores de diámetro en arbolado y de producción de pasto se obtuvieron con la fertilización orgánica mientras que la presencia o no de arbolado no afectó a la producción de pasto, y viceversa.

Palabras clave: Crecimiento arbolado, Productividad de pasto, *Dactylis glomerata*, *Prunus avium*, *Trifolium repens*

INTRODUCCIÓN

En Extremadura, la superficie de praderas de regadío es de 21.000 has, las cuáles la mayoría se concentran en la provincia de Cáceres, fundamentalmente en el valle del Alagón (16.000 has). Actualmente, en estas zonas de regadío cada vez se incrementa más la creación de praderas de larga duración, basadas en una mezcla de gramíneas (como *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*) y leguminosas (trébol blanco), que producen un forraje muy equilibrado para los animales con bajos costes de mantenimiento y que supone un complemento a la dieta deficitaria de los pasti-

zales de secano (mayoritariamente dehesas que ocupan una superficie de 2,2 millones de hectáreas en la región).

En praderas permanentes y cultivos forrajeros se aplican cantidades altas de N y P para obtener una elevada producción de unidades forrajeras y una mayor calidad del pasto. Para producciones medias de 10 t MS de forraje por ha, se recomienda fertilizar con 200-250 kg N·ha⁻¹, en 4-5 aplicaciones, la primera al final del invierno, y las siguientes tras cada explotación o siega (DOMÍNGUEZ VIVANCOS, 1997). La mayoría de las praderas permanentes se localizan en suelos aluviales, de textura generalmente gruesa, cerca de cauces de agua, y con abundan-

te irrigación, por lo que son ambientes con alta probabilidad de presentar niveles críticos de lixiviación de nitratos.

La introducción de arbolado en las parcelas agrícolas (silvoagricultura) o de pastos (silvopascicultura), se manifiesta como un mecanismo de control de la lixiviación de elementos nutritivos, en tanto que buena parte de los nutrientes que podrían perderse por lixiviación del alcance de las raíces de las herbáceas, son utilizados eficientemente por lo árboles, de raíces más profundas, contribuyendo a su desarrollo y al control de la contaminación de acuíferos y cauces de agua (BRADY & WEIL, 2004). Además, la introducción de árboles productivos en estas tierras puede reportar beneficios económicos al incrementar y diversificar la actividad y renta agraria (GORDON & NEWMAN, 1997). Para maximizar la productividad de estos sistemas, es necesario potenciar las interacciones positivas que se producen entre los distintos elementos (pasto y arbolado) a la vez que se minimizan las negativas mediante distintas prácticas de manejo. Algunos de los árboles ensayados en otras zonas de Europa para la implantación de sistemas silvopastorales son chopo (*Populus* sp), nogal (*Juglans regia*), serbal (*Sorbus domestica*), cerezo (*Prunus persica*, *P. avium*), fresno (*Fraxinus excelsior*) (EICHHORN, 2005). Todos ellos presentan buenas expectativas de mercado como madera de desarrollo (chopo) o para mueble (el resto).

En un sistema silvopastoral, la competencia por los recursos limitados puede suponer una merma en el crecimiento de algunos de los estratos que lo forman. HAWKE (1991) indica que un programa de fertilización regular ayudará a mejorar la composición específica del pasto y su producción, que se mantendrá durante mayores periodos de tiempo. En diversos estudios se ha demostrado que, en este tipo de sistemas, resulta más adecuado el empleo de abonos de liberación lenta, debido a que ambos componentes (pasto y arbolado) son capaces de desarrollarse más adecuadamente, principalmente el arbolado, que es capaz de aprovecharlos en mayor medida para su crecimiento. En concreto, se han realizado diversos ensayos empleando subproductos de industrias lácteas (LÓPEZ-MOSQUERA et al., 2002) y de la tecnología medioambiental,

como lodos de depuradora (MOSQUERA-LOSADA et al., 2001; LÓPEZ-DÍAZ et al., 2007), con lo que a las mejoras en la producción se uniría la ventaja que supondría su eliminación, lo que actualmente supone un problema medioambiental.

Los lodos de depuradora urbana son residuos que se producen como consecuencia de la obligatoriedad de la depuración de las aguas residuales de las poblaciones. La problemática relacionada con la eliminación de estos fangos deriva del hecho de que se han prohibido determinadas vías, como el vertido al mar (Directiva 91/271/CEE), y otras son costosas y generan contaminación, como es el caso de la incineración. Por ello, la mayor parte son conducidos a vertederos, donde ocasionan problemas relacionados, sobre todo, con la generación de efluentes contaminantes. De esto se deduce que es necesario dar una salida alternativa a estos lodos, que resulte acorde con la línea Comunitaria vigente.

El Plan Nacional de Lodos (2001-2006) (SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE, 2001) pretende favorecer la opción que considere más sostenible y que sería su aplicación al suelo con fines de fertilización, la cual se encuentra regulada por el R.D. 1310/1990, (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 1990) debido a su contenido en materia orgánica y nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que de otra forma se perderían e incluso podrían causar problemas de contaminación. Con ello se consigue mejorar las características edáficas desde los puntos de vista físico, químico y biológico. Se trata de valorizar al menos el 65% de los lodos producidos antes del 2007, a pesar de que se espera un incremento de la producción de lodos entre 1998 y 2005 del 90%. Es necesario tener en cuenta que a partir del 31 de diciembre de 2005 todas las poblaciones con más de 2000 habitantes estarán obligadas a depurar sus aguas residuales (Directiva 91/271/CEE). La principal problemática de este tipo de residuos es la presencia de metales pesados en su composición, cuya biodisponibilidad estará directamente relacionada con el pH del suelo, siendo más elevada en los suelos ácidos. Por este motivo la legislación vigente (RD 1310/1990) (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 1990) limita el empleo

de este tipo de residuos en mayor medida en suelos ácidos que en suelos básicos.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de dos dosis de lodos de depuradora urbana y dos dosis de fertilización mineral aplicada a un suelo de textura arenosa sobre la producción de pasto y el crecimiento del arbolado. A su vez, se analiza el resultado de la interacción entre los 2 componentes vegetales (árbol y pasto) mediante la comparación de la producción del sistema mixto (árbol+pasto) frente a la producción en sistemas monoespecíficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los tratamientos de fertilización se aplicaron sobre los sistemas de vegetación: pasto (P), arbolado (S), pasto con arbolado (SP) y suelo desnudo (D), este último como Control. El ensayo comenzó en febrero, con la plantación del arbolado en invernadero bajo un umbráculo que reducía la radiación solar en un 50 %, en macetas cilíndricas consistentes en tubos de 20 cm de diámetro y 120 cm de profundidad. Estos tubos contenían un sustrato formado por suelo aluvial 87.9% arena, 8% limo y 4.1% arcilla. El suelo presentaba un pH de 4.7 (en agua), 1% de C orgánico y 0.1% de N. Se plantó una unidad de cerezo en cada contenedor en aquellos destinados a S y SP. En los tratamientos P y SP se procedió en el mes de marzo a la siembra de la siguiente mezcla de especies: 5 kg.ha⁻¹ de *Trifolium repens*, 8 kg.ha⁻¹ de *Dactylis glomerata*, 2 kg.ha⁻¹ de *Lolium multiflorum* y 6 kg/ha de *Lolium perenne*, que es la más utilizada en el establecimiento de praderas de regadío en la zona.

En los cuatro casos (pasto, arbolado, pasto con arbolado y suelo desnudo), los tratamientos de fertilización a aplicar fueron los siguientes: NF: no fertilización

M₁: dosis baja de mineralización, en la que se aplicará 30 kg N.ha⁻¹ al inicio de la estación de crecimiento (además 56,25 kg P₂O₅.ha⁻¹ y 56,25 kg K₂O.ha⁻¹) y 20 kg N.ha⁻¹ después de los tres primeros cortes del año.

M₂: se aplicó la fertilización inorgánica habitualmente empleada en la zona, consistente en 60 kg N.ha⁻¹ al inicio de la estación de crecimiento (además 112,5 kg P₂O₅.ha⁻¹ y

112,5kg K₂O.ha⁻¹) y 40 kg N.ha⁻¹ después de los tres primeros cortes del año.

L1: dosis baja de lodo, en una aplicación, que contenía 360 kg Ntotal.ha⁻¹

L2: dosis alta de lodo, en una aplicación, que contenía 720 kg Ntotal.ha⁻¹

En el caso del lodo, se supuso una tasa de mineralización de nitrógeno del 25% en el primer año (EPA, 1994). El lodo se incorporó en los primeros 10 cm de suelo en el momento de la siembra de la pradera. Estos residuos orgánicos procedían de la empresa PRIDESA, que produce cerca del 10% de los lodos obtenidos en Extremadura. Se trataba de lodos con un pH de 7,4 y un contenido de materia seca y N de 36,9% y 4,93%, respectivamente.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis réplicas, con cuatro tratamientos de vegetación (suelo desnudo, pasto, arbolado, pasto con arbolado) y cinco de fertilización (NF, M₁, M₂, L1, L2). En total se ensayaron 20 tratamientos. La superficie del ensayo se vió sometida a un régimen de riego por goteo que vino dado por las características climáticas del período de estudio. Para el aprovechamiento del pasto, se realizaron cinco cortes manuales durante el año 2006 en las siguientes fechas: 19 de mayo, 21 de junio, 25 de julio, 26 de septiembre y 15 de noviembre. En cada uno de los cortes, todas las muestras de pastos fueron transportadas al laboratorio. A continuación, las muestras se secaron en una estufa a 60°C hasta alcanzar el peso constante de las mismas. Con posterioridad, se procedió al pesaje de las mismas, con el fin de determinar su productividad. Coincidiendo con cada uno de los cortes de pastos, también se midió el diámetro de los árboles a la altura del cuello de la raíz mediante un calibrador. Para el análisis de los datos se aplicaron análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas tomando el sistema empleado, la fertilización aplicada y las fechas de medición como variables independientes. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa STATGRAPHICS Plus 4.1.

RESULTADOS

Se estudió la variación del diámetro del arbolado al final del año del ensayo (30 de noviembre de 2006) según los distintos trata-

mientos de fertilización (NF, M1, M2, L1 y L2) y de los sistema de vegetación (S, SP), si bien tan sólo se detectaron respuestas significativas respecto a los distintos tratamientos de fertilización ensayados, como se refleja en la figura 1.

En ella se puede observar como los mayores valores de diámetro se obtuvieron con la dosis baja de lodo (L1), tratamiento con el que se obtuvieron 9,46 mm de diámetro frente a 8,59 mm del tratamiento control, seguido por la dosis alta de lodo (L2) (9,19 mm) y la dosis alta del fertilizante mineral (M2) (8,95 mm). El crecimiento medio anual de los árboles aislados (S) fue de $9,08 \pm 0,94$ mm, frente a $8,77 \pm 0,74$ mm de los árboles que crecieron en combinación con pasto (SP). Los análisis estadísticos realizados nos indican que la producción anual de pasto se vió significativamente influenciada por el tipo de fertilización aplicada, según que ésta fuera orgánica o mineral, mientras que no se observaron diferencias claras entre las dosis de los distintos tipos de fertilizantes (M1-M2, L1-L2) ni entre los sistemas de vegetación elegidos.

En la figura 2 se refleja como la mayor producción de forraje anual se observó donde se aplicaron lodos de depuradora, con los que se obtuvieron $2,43 \text{ t MS.ha}^{-1}$ y año, valores significativamente superiores a los obtenidos con la fertilización mineral habitualmente empleada en

la zona ($1,82 \text{ t MS.ha}^{-1}$ y año), cuyo coste es mucho mayor, y con la que se registraron valores similares a los que produjo el tratamiento control (NF) ($1,56 \text{ t MS.ha}^{-1}$ y año). En cambio, no se han detectado diferencias significativas en el sistema de vegetación empleado. La producción anual acumulada en el pasto puro (P) fue de $2,01 \pm 0,84$, frente a $2,07 \pm 0,57$ del pasto que se desarrolló en combinación con el árbol (SP).

DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en este experimento muestran que la respuesta del arbolado a la fertilización fue similar a la que experimentó la vegetación herbácea, independientemente de la presencia de pasto. Además, la presencia o no de arbolado no afectó a la producción de pasto y viceversa, por lo que se puede afirmar que, en el primer año de instalación del arbolado, la competencia que ejerce el arbolado sobre el pasto no reduce significativamente el forraje obtenido, al igual que obtuvo CAMPBELL et al. (1994), a pesar de que, en este momento, las raíces de ambos tipos de vegetación comparten espacio, agua y nutrientes.

La fertilización orgánica favoreció el crecimiento diamétrico de los árboles, fundamental-

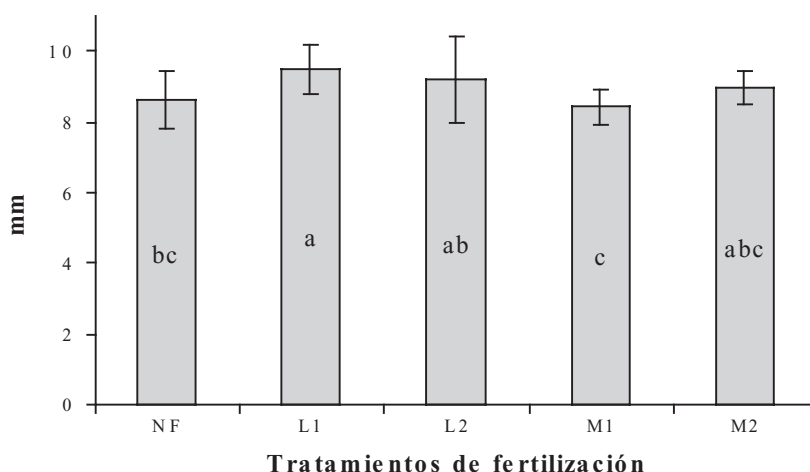


Figura 1. Diámetro del arbolado según la fertilización empleada. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias. NF- no fertilizante; L1- dosis baja de lodo (360 kg/ha); L2- dosis alta de lodo (720 kg/ha); M1- dosis baja de mineral (30 kg N/ha); M2- dosis alta de mineral (60 kg N/ha)

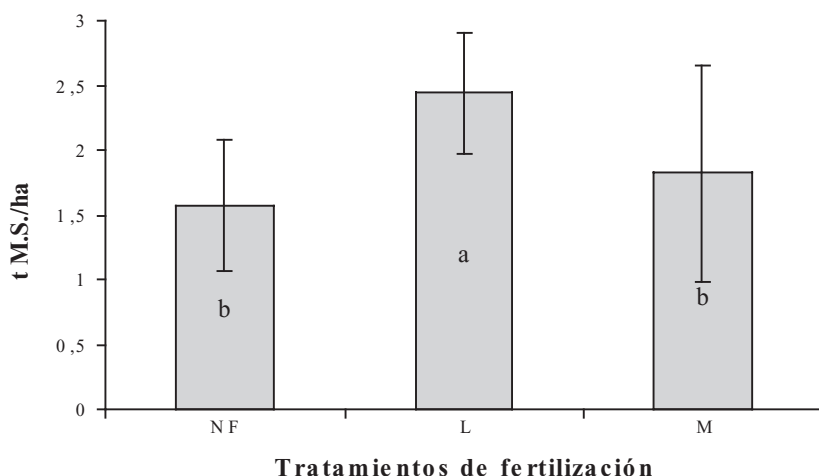


Figura 2. Producción anual de pasto (t MS/ha y año) según la fertilización empleada. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias. NF- no fertilizante; L1- dosis baja de lodo (360kg/ha); L2- dosis alta de lodo (720kg/ha); M1- dosis baja de mineral (30kg N/ha); M2- dosis alta de mineral (60kg N/ha)

mente aquellos en los que se aplicó la dosis baja de lodo (L1: 360 kg N_{total} .ha⁻¹), lo que coincide con los resultados obtenidos por distintos autores, como en el caso de HENRY et al. (1994) en una plantación de *Pseudotsuga menziesii* de 6 años; por RIGUEIRO et al. (2001a) en un ensayo realizado con *Pinus radiata* de dos savias en una zona agrícola abandonada; y por LÓPEZ et al. (2007), datos obtenidos con la especie anterior pero de 8 años y en suelo de monte muy ácido (pH 4,7). Esto se justifica por el aporte lento de nutrientes que proporciona el lodo, que resulta más eficaz para el arbolado que la fertilización inorgánica (RIGUEIRO et al., 2000b).

En cuanto a la producción de pasto, el empleo de lodos de depuradora también incrementó dicha producción, al igual que obtuvieron QUINTEIRO RODRÍGUEZ (1994), SERRAO et al. (2000), MOSQUERA et al. (2001b) y RIGUEIRO et al. (2001a). Estos autores argumentaron que, cuando el arbolado es joven, o si no lo hay, la aplicación de lodos incrementaría la producción del pasto, si bien la respuesta depende del nivel de fertilidad del suelo y de la composición botánica del pasto. Así, si el tapiz herbáceo es una mezcla de gramíneas y leguminosas, el efecto será menor que si solamente está formado por gramíneas, debido a que el aporte de nitrógeno que se realiza con este residuo reduce la fijación

simbiótica por parte de las leguminosas (GREEN, 1999). En este experimento, a pesar de que se sembró una mezcla de gramíneas y leguminosas, el porcentaje que se obtuvo de trébol durante todo el ensayo fue muy bajo. El incremento en el crecimiento del arbolado y en la producción de pasto observada con la aplicación de lodos podría explicarse por el incremento de pH que se produjo en este suelo, que se caracterizaba por su fuerte acidez (pH 4,7), debido al mayor pH que presentaba el lodo (7,4), lo que favorece la mineralización de nutrientes, principalmente nitrógeno, como se pudo observar en la cantidad de nitrato lixiviado (datos no presentados) y, por tanto, da lugar a una mejora en la fertilidad del suelo. Además, se trataba de un suelo de textura arenosa, con una baja capacidad de retención de agua, que resultó mejorada con el aporte de materia orgánica del lodo.

En cuanto a la fertilización mineral, el diámetro del arbolado y la producción de pasto observados con ambas dosis fueron similares al tratamiento de no fertilización. Diversos autores han obtenido con el aporte de fertilizantes inorgánicos en otras especies arbóreas, como el *Pinus radiata*, mejoras en el diámetro (FIFE & NAMBIAR, 1995), altura (NEILSEN et al., 1992) o ambos parámetros (PINTO et al., 1996), y por lo tanto en el crecimiento en volumen, aunque en algunos

casos este efecto sólo fue significativo después de repetidas aplicaciones, principalmente en aquellos ensayos realizados en suelos de buena calidad. La falta de respuesta del pasto a la aplicación de mineral puede estar relacionado con la disminución del pH que provoca este tipo de fertilización lo que, en suelos ácidos, favorece el desarrollo de especies herbáceas poco productivas.

CONCLUSIONES

En el primer año de instalación del arbolado, la competencia que ejerce el arbolado sobre el pasto no reduce significativamente el forraje obtenido y viceversa, a pesar de que, en este momento, las raíces de ambos tipos de vegetación comparten espacio, agua y nutrientes. por otra parte los mayores valores diámetro de arbolado y de producción de pasto se obtuvieron con la fertilización orgánica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Univ. de Extremadura por financiar este proyecto dentro de la acción VII de proyectos de iniciación a la investigación y el desarrollo tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

- SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE; 2001. Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales 2001-2006. *BOE* 12/07/01.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN; 1990. Real Decreto 1310/1990 del 29 octubre 1990, que regula la utilización de los lodos de depuración. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación. *BOE* 01/11/1990.
- BRADY, N.C. & WEIL, R.R.; 2002. *Elements of the nature and properties of soils*. Pearson. Prentice Hall. New Jersey.
- CAMPBELL, C.D.; ATKINSON, D.; JARVIS, P.G. & NEWBOULD, P.; 1994. Effects of nitrogen fertiliser on tree/pasture competition during the establishment phase of a silvopastoral system. *Ann. Appl. Biol.* 124: 83-96.
- CEE; 1991. Directiva 91/271/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. *DOCE* 135 del 30/05/1991.
- DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A.; 1997. *Tratado de fertilización*. Mundi Prensa. Madrid.
- EICHHORN, M.P.; PARIS, P.; HERZOG, F.; INCOLL, L.D.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K.; MAYUS, M.; MORENO, G.; PAPANASTASIS, V.P.; PILBEAM, D.J.; PISANELLI, A. & DUPRAZ, C. 2006. Silvoarable systems in Europe—past, present and future prospects. *Agroforestry Systems* 67: 29-50.
- ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY; 1994. *Land Application of Sewage Sludge. A Guide for Land Appliers on the Requirements of the Federal Standards for the Use of Disposal of Sewage Sludge*. 40 CFR Part 503.
- FIFE, D.N. & NAMBIAR E.K.S.; 1995. Effect of nitrogen on growth and water relations of radiata pine families. *Plant and Soil* 168-169: 279-285.
- GORDON, A.M. & NEWMAN, S.M.; 1997. *Temperate Agroforestry Systems*. CAB international. Oxon.
- GREEN, J.J.; ALIFRAGIS, D.; BADDELEY, J.A.; BAGNARES, U.; BOHNE, H. & BULFIN, M.; 1999. Impact of understorey vegetation on tree production in European agroforestry systems. In: V.P. Papanastasis, J. Frame & A.S. Nassis (eds.), *Grassland and woody plants in Europe*. *European Grassland Federation* 4:171-176. *Grassland science in Europe*.
- HAWKE, M.F.; 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecol. Manage.* 45: 109-118.
- HENRY, C.L.; COLE, D.W. & HARRISON, R.B.; 1994. Use of municipal sludge to restore and improve site productivity in forestry: the Pack Forest Sludge Research Program. *Forest Ecol. Manage.* 66: 137-149.
- LÓPEZ DÍAZ, M.L.; MOSQUERA LOSADA, M.R. & RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A.; 2007. Lime, sewage sludge and mineral fertilization in a silvo-

- pastoral system developed in very acid soils. *Agroforestry Systems* 70: 91-101.
- LÓPEZ-MOSQUERA, M.E.; MOIRÓN, C. & SEOANE, S.; 2002. Changes in chemical properties of an acid soil after applications of dairy sludge. *Inv. Agr.; Prod. Prot. Veg* 17: 77-86.
- MOSQUERA LOSADA, M.R.; RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A. & LÓPEZ DÍAZ, M.L.; 2001. Sewage sludge fertilisation of a silvopastoral system with pines in northwestern Spain. *Agroforestry Systems* 53:1-10.
- NEILSEN, W.A.; PATAKZEK, W.; LYNCH, T. & PYRKE, R.; 1992. Growth response of *Pinus radiata* to multiple applications of nitrogen fertilizer and evaluation of the quantity of added nitrogen remaining in the forest system. *Plant and Soil* 144: 207-217.
- PINTO, M.; RODRÍGUEZ, M.; BESGA, G.; VIRGEL, S.; ECHEANDIA, A. & DOMINGO, M.; 1996. Fertiliser and grass species mixtures in a silvopastoral system. In: European Grassland Federation (ed.), *Grassland and Land use systems. 16th EGF Meeting*: 133-137.
- QUINTEIRO RODRÍGUEZ, M.P.; 1994. *Materia orgánica y especiación de metales en suelos tratados con lodos residuales*. Tesis doctoral. Univ. Vigo. Vigo.
- RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA LOSADA, M.R. & GATICA TRABANINI, E.; 2000. Pasture production and tree growth in a young pine plantation fertilized with inorganic fertilizers and milk sewage in northwestern Spain. *Agroforestry Systems* 48: 245-256.
- RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA LOSADA, M.R. Y LÓPEZ DÍAZ, M.L.; 2001. Crecimiento del arbolado y producción de pasto en un sistema silvopastoral fertilizado con lodos de depuradora urbana en una zona agrícola abandonada en Galicia. En: S.E.C.F.-Junta de Andalucía (eds.), *Actas III Congreso Forestal Español III*: 703-707. Gráficas Coria. Sevilla.
- SERRAO, M.G.; DORDIO, A.; FERNANDES, M.L.; DOMINGUES, H.; CAMPOS, A.M.; BOTO, J.M.; HORTA, C. & RAPOSO, F.; 2000. Utilização de uma lama residual urbana para aumento de produção de pastagens em solos marginais do baixo Alentejo. En: *XL Reunión Científica de la SEEP*: 269-274. A Coruña-Lugo-Bragança.