

CONTENIDO DE METALES EN PLANTA DE *PINUS SYLVESTRIS* L.. CULTIVADA EN VIVERO SOBRE SUSTRATOS CON LODOS DE DEPURADORA URBANA

A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ; M.R. MOSQUERA-LOSADA; V. QUINTELA LÓPEZ

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002-Lugo.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de lodo de depuradora urbana, corteza de pino y perlita en el sustrato de cultivo en vivero de *Pinus sylvestris* L. sobre la producción y calidad de la planta producida en envase y sobre el contenido en cobre, fósforo y zinc en raíces, tallo y hojas. Las proporciones de los diferentes componentes del sustrato fueron: a) 25% perlita + 75 % corteza de pino (PC), b) 25% perlita + 37,5% lodo desecado + 37,5 % corteza de pino (PCLM), c) 25% perlita + 50% lodo desecado + 25% corteza de pino (PCLA) y d) 25% perlita + 25% lodo desecado + 50% corteza de pino (PCLB). La biomasa total y aérea resultó significativamente mayor en el tratamiento que presentaba los niveles de lodo medios (PCLM). La baja porosidad del lodo, podría explicar, en parte, el menor desarrollo de las plantas que crecieron en el tratamiento PCLA en comparación con las que lo hicieron en el tratamiento PCLM. La menor productividad de los tratamientos PC y PCLB puede explicarse por la baja fertilidad de esos sustratos. El cobre y el zinc se presentaron en mayor proporción en el sistema radicular, comparativamente con el caulinar y el foliar; sin embargo el fósforo se mostró más móvil, al estar presente de forma apreciable en las hojas de las plantas desarrolladas en el tratamiento con mayor proporción de lodo.

PALABRAS CLAVE: Cobre, zinc, fósforo, producción de planta.

ABSTRACT

The aim of the experiment was to evaluate the effect of different percentages by weight of municipal sewage sludge, pine bark and perlite as substrate on *Pinus sylvestris* L. plant production on nursery, and the content on phosphorus, copper and zinc in roots, tiller and leaves. The proportions of the different substrate components were: a) 25% perlite + 75 % pine bark (PC), b) 25% perlite + 37,5% dried municipal sewage sludge + 37,5 % pine bark (PCLM), c) 25% perlite + 50% dried municipal sewage sludge + 25% bark pine (PCLA) and d) 25% perlite + 25% dried municipal sewage sludge + 50% pine bark (PCLB). Total and shoot biomass was significantly greater in the treatment with medium dried municipal sewage sludge (PCLM). The lower porosity of sewage sludge can explain the low development of plants grown in PCLA, in relation to PCLM treatments. The lower biomass production of plants in PC and PCLB treatment can be explained by the low fertility of these substrates. Zinc and copper presented higher concentrations in roots than in shoot fractions (leaves or stem), however phosphorus was more mobile, because it was more present on leaves than in root parts of those treatments in which sewage sludge was employed.

KEYWORDS: Phosphorus, copper, zinc, plant production

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la producción en vivero de planta de *Pinus sylvestris* se pueden justificar por el notable incremento que se considera que va a producirse en los próximos años de la superficie ocupada en nuestra Comunidad Autónoma por esta especie. Así el Plan Forestal de Galicia prevé, para las provincias de Lugo y Ourense, incrementar en unas 30.000 hectáreas la superficie destinada a este pino, en un plazo de 40 años (XUNTA DE GALICIA, 1992; MARTÍNEZ CHAMORRO *et al.*, 1997). La producción en viveros gallegos de planta de esta especie se acerca a las a 500.000 unidades por campaña, de las cuales aproximadamente un 25% se obtienen en contenedor (RODRÍGUEZ-SOALLEIRO *et al.*, 1998).

Desde hace tiempo se sabe que una de las variables que afectan de forma importante a la

obtención en vivero de planta forestal de calidad, además del material genético y tipo de envase o forma de cultivo, es el sustrato que se va a emplear. El sustrato tiene una doble función, por un lado ha de proporcionar sustento a la planta, a la vez que suministra elementos nutritivos para que esta se desarrolle adecuadamente.

El empleo de lodos de depuradora urbana como componente de estos sustratos es una práctica que se ha iniciado recientemente y que ofrece buenas expectativas desde el punto de vista productivo (RIGUEIRO *et al.*, 2001; MOSQUERA *et al.*, 2001). Sin embargo, dado el elevado contenido en metales pesados de los fangos en comparación con otros sustratos (MARTÍNEZ FARRÉ, 1995), parece interesante estudiar su asimilabilidad, movilidad e incorporación a los distintos tejidos, con el fin de evaluar el impacto ambiental de estas técnicas, en caso de que se produzca acumulación de estos metales en los diferentes tejidos e incluso valorar la posibilidad de utilizarlas como sistemas de fitorremediación. Este último aspecto ha sido desarrollado con árboles como los chopos, sauces o eucaliptos, que han mostrado gran capacidad para absorber y extraer metales pesados de suelos contaminados (fitorremediación) (SAXENA *et al.*, 2000).

Consideramos por lo tanto dos aspectos importantes de cara a emplear este tipo de residuos en los sustratos, uno es la productividad y calidad de la planta producida y otro es su contenido en metales pesados. Estos aspectos son de trascendental importancia, a nuestro entender, para decidir acerca de la aptitud de su uso para la obtención en vivero de plantas para realizar en repoblaciones forestales compatibles con la conservación del medio ambiente.

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento del contenido en fósforo, cobre y zinc en plantas de *Pinus sylvestris* cultivadas en vivero, como respuesta a distintas proporciones de fango en el sustrato.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante el año 1999. Se inició con la siembra, en marzo, de dos o tres semillas de pino silvestre por envase (superleach de 236 cc). Se empleó semilla correspondiente a material de reproducción identificado por la Consellería de Medio Ambiente, de la Comarca Geoforestal número 3, recogida en la campaña 1998/1999. Se efectuó un análisis de germinación, que resultó ser del 100%. El diseño experimental fue completamente aleatorio con tres réplicas por tratamiento. Cada réplica estaba constituida por un grupo de 24 plantas individuales, distribuyéndose de tal manera que se correspondiera cada tratamiento y réplica con media bandeja. Los tratamientos aplicados consistieron en la mezcla de lodo desecado, perlita y corteza de pino en las siguientes proporciones en peso:

Tratamiento PC: 25% perlita + 75 % corteza de pino

Tratamiento PCLM: 25% perlita + 37,5% lodo desecado + 37,5 % corteza de pino

Tratamiento PCLA: 25% perlita + 50% lodo desecado + 25% corteza de pino.

Tratamiento PCLB: 25% perlita + 25% lodo desecado + 50% corteza de pino

El lodo de depuradora urbana fue facilitado por la empresa encargada de la depuración de aguas residuales de Lugo (GESTAGUA S.A.). Es un lodo estabilizado mediante digestión anaerobia, con un 25% de materia seca, 2,3 % de nitrógeno y los siguientes niveles de metales pesados totales (digestión en agua regia): 141 mg cromo kg^{-1} , 154 mg cobre kg^{-1} , 30 mg níquel kg^{-1} y 746 mg zinc kg^{-1} . Con el objeto de conseguir una mezcla homogénea de sustrato se procedió a la desecación del lodo hasta peso constante y a su posterior molienda. Las mezclas se realizaron en una hormigonera, procediéndose a continuación al llenado de los envases.

Las plantas se cosecharon cuando alcanzaron tamaño comercial (octubre), procediéndose a la separación y análisis de tres fracciones (tallo, hoja y raíces) en el laboratorio. Estos análisis se realizaron a partir de la mezcla de 7 plantas por réplica, escogidas aleatoriamente en las bandejas. Las determinaciones de cobre, zinc y fósforo se realizaron después de una digestión en ácido sulfúrico y lectura por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de biomasa del tallo, raíz, hoja, parte aérea y total se pueden ver en la [figura 1](#). Encontramos que la biomasa aérea (hoja y tallo) y total (hoja, tallo y raíz) fue significativamente mayor en el tratamiento que emplea las proporciones medias de lodo (37,5%), pero no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en relación con la producción radicular. Esto parece

indicar que el tratamiento PCLM es el que presenta planta de mejor calidad ya que es la hoja el órgano encargado de producir las sustancias nutritivas directamente relacionadas con el desarrollo de la planta (hidratos de carbono) y es de esperar, en consecuencia, que su mayor tamaño facilite el posterior desarrollo en el campo, ya que la proporción parte aérea/parte radicular parece aceptable. Si comparamos el peso de los distintos componentes de la planta, observamos que es mayor el de las hojas y raíces que el del tallo, tal y como encontraban en esta especie REYES & CASAL (1997). El menor desarrollo de las plantas que crecieron en los tratamientos PC y PCLB puede explicarse por la baja fertilidad del sustrato. Los peores crecimientos obtenidos para las plantas crecidas en el tratamiento PCLA podría ser debido a la baja porosidad del lodo, que limitaría el desarrollo radicular y, por lo tanto, de toda la planta, tal y como señalan MARTÍNEZ-FARRÉ (1995).

Los contenidos en fósforo, cobre y zinc en raíz, tallo y hojas de las plantas cultivadas en los diferentes sustratos pueden verse en la [figura 2](#).

Los niveles de fósforo en raíz, hoja y tallo se mostraron dentro del rango encontrado para otras especies del mismo género, como *Pinus pinaster* Aiton, especie para la que oscilan entre el 0,36 y el 0,53% para raíces y entre el 0,33 y el 0,53% para hojas (ARDUINI *et al.*, 1998). En general, se detecta un mayor contenido de fósforo en los tratamientos PCLA y PCLB, en comparación con los tratamientos PC y PCLM. Sin embargo, podríamos afirmar que al aumentar la dosis de lodo se incrementa la cantidad de fósforo en hoja, ya que, si bien los contenidos foliares de este elemento en el tratamiento con dosis media de lodo (PCLM) son similares a los del tratamiento en el que no formaba parte este residuo, la biomasa total, y por lo tanto las exportaciones, fueron mucho mayores en el tratamiento PCLM, lo que originó un efecto de dilución en este tratamiento.

Los niveles de cobre obtenidos en planta se sitúan dentro de los rangos citados en la literatura (LANDIS, 1985; SAUR, 1994) y fueron notablemente más elevados en la fracción radicular que en la foliar o caulinar. Esto puede deberse a que, aunque el cobre muestra una elevada capacidad tóxica cuando se realizan estudios en cultivos hidropónicos, cuando se mezcla con el suelo se une fuertemente a diversos componentes del mismo, reduciéndose su disponibilidad a las raíces, las cuales a su vez actúan como una barrera efectiva a la translocación de los metales a otras partes de la planta (ARDUINI *et al.*, 1996), tal y como se deduce de los datos de nuestro estudio.

En cuanto a los niveles de zinc, se encuentran en las raíces dentro del rango encontrado para *Pinus pinaster* y *Pinus pinea* L.; creciendo en cultivos hidropónicos enriquecidos con metales (ARDUINI *et al.*, 1998), y muestran que los contenidos de este elemento se elevan en aquellos tratamientos en los que se emplea lodo, en relación con el blanco, siendo su proporción mucho más elevada en raíz que en la hoja o el tallo, y mostrando una movilidad baja, si bien los niveles en hoja son superiores a los señalados como normales por la literatura (LANDIS, 1985).

CONCLUSIONES

Las plantas que crecieron en el tratamiento que presentaba una proporción de lodo del 37,5% se desarrollaron mejor que las que lo hicieron sobre sustratos más ricos o menos ricos en ese componente. La baja porosidad del lodo, podría explicar en parte, el menor desarrollo de las plantas en el tratamiento PCLA, comparativamente con el PCLM. La menor productividad de los tratamientos PC y PCLB puede explicarse por la baja fertilidad de estos sustratos. El cobre y el zinc se presentaron en mayor proporción en el sistema radicular, en comparación con el caulinar y el foliar; sin embargo, el fósforo resultó más móvil, al estar presente de forma apreciable en las hojas. En general, se produce un aumento de la concentración de metales en las plantas cultivadas en aquellos tratamientos que incluían lodo en la composición del sustrato.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Asociación de Viveristas Gallegos y a las empresas Agrotecnia (Lugo) y Braña (Ourense) por la colaboración prestada para realizar el estudio y a Aurora López-Veiga por su ayuda en el laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINI, I; GODBOLD, L; ONNIS, A; (1996). *Cadmium and copper uptake and distribution in Mediterranean tree seedlings*. *Physiologia plantarum*, 97:111-117.

- ARDUINI, C; KETTNER, C; GODBOLD, DL; ONNIS, A; STEFANI A; (1998). *pH influence on root growth and nutrient uptake of Pinus pinaster seedlings*. Chemosphere, 36 (4-5), 733-738.
- JENSEN, A; BRO-RASMUSSEN, F; (1992). *Environmental cadmium in Europe*. Review of Environment Contamination Toxic, 125:101-181.
- LANDIS, TD; (1985). *Mineral nutrition as an index of seedling quality*. En "Duryea M.L. (De.). Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. pp 29-46. Forest Research Laboratory. Oregon State University.
- MARTINEZ-CHAMORRO, E; RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R; ROJO ALBORECA, A; (1997). *Análisis de la selvicultura desarrollada en los montes de Pinus sylvestris L. de Galicia. Perspectivas futuras*. Actas del I congreso forestal hispano luso, 4:387-392.
- MARTÍNEZ-FARRÉ, F J; (1995). *Posibles usos de los residuos urbanos en agricultura: abono, enmienda orgánica y sustrato de cultivo*. En "Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura". Fundación "La Caixa". Ed Aedos: 15-27.
- MOSQUERA-LOSADA, MR; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A; QUINTELA-LÓPEZ, V; (2001). *Efecto de la proporción de distintos componentes del sustrato empleado y del envase en el crecimiento de Pseudotsuga menziesii Douglas en vivero*. III Congreso Forestal Español. Granada. (en prensa).
- REYES, O; CASAL, M; (1997). *Estudio de la velocidad de crecimiento en plántulas de Pinus sylvestris*. Actas del I Congreso Forestal Hispano Luso, 3:521-525.
- RODRÍGUEZ-SOALLEIRO, R, ALVAREZ-ALVAREZ, P; CASTILLÓN-PALOMEQUE, P; (1998). *Algunos datos sobre el consumo de planta forestal para repoblación en Galicia*. Actas del Congreso Técnico Forestal del Arco Atlántico (Silleda-Pontevedra)
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A; MOSQUERA-LOSADA, MR; VILA-ROMAY, T; (2001). *Efecto de la proporción de distintos componentes del sustrato en el crecimiento en envase de Pinus pinaster Aiton en vivero*. III Congreso Forestal Español. Granada. (en prensa).
- SAUR, E, (1994). *Phosphate fertiliser and copper nutrition of maritime pine in south-western France*. New Zealand Journal of Forestry Science 24(2/3):321-332.
- SAXENA, PK; KRISHNARAJ, S; DAN, T; PERRAS, M.R; VETTAKKORUMAKANKAV, NN; (1999). *Phytoremediation of Heavy Contaminated and polluted soils*. En "Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems. Prasad M.N.V., Hagemeyer J. (eds). Srpinger-Verlag. Berlin Heidelberg: 14:305-329.
- XUNTA DE GALICIA; (1992). *Plan Forestal de Galicia. Memoria General*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela.

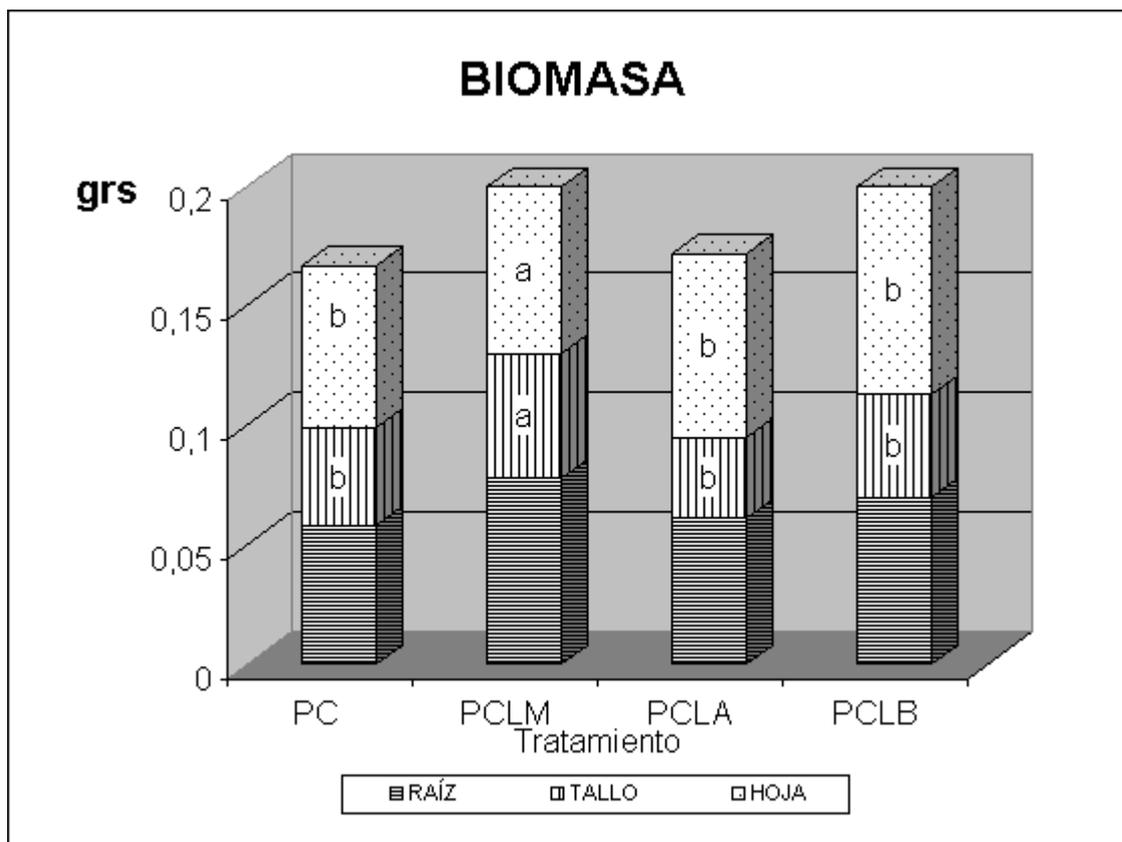
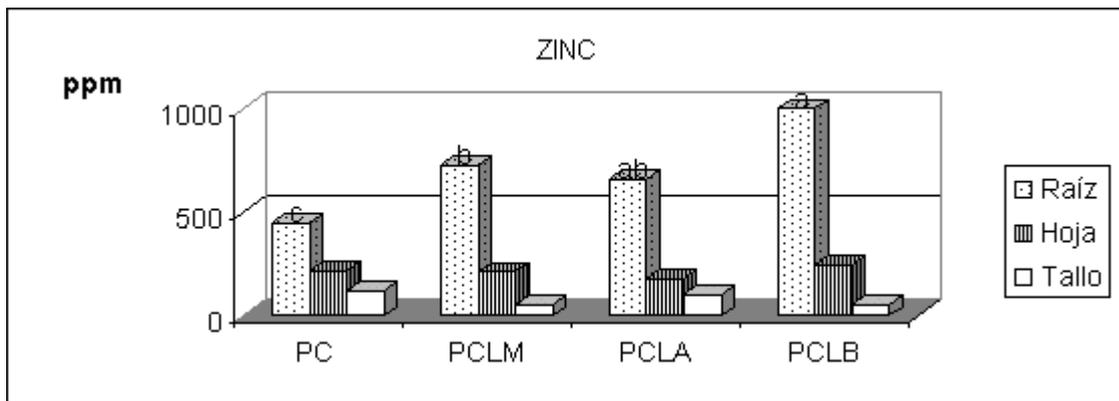


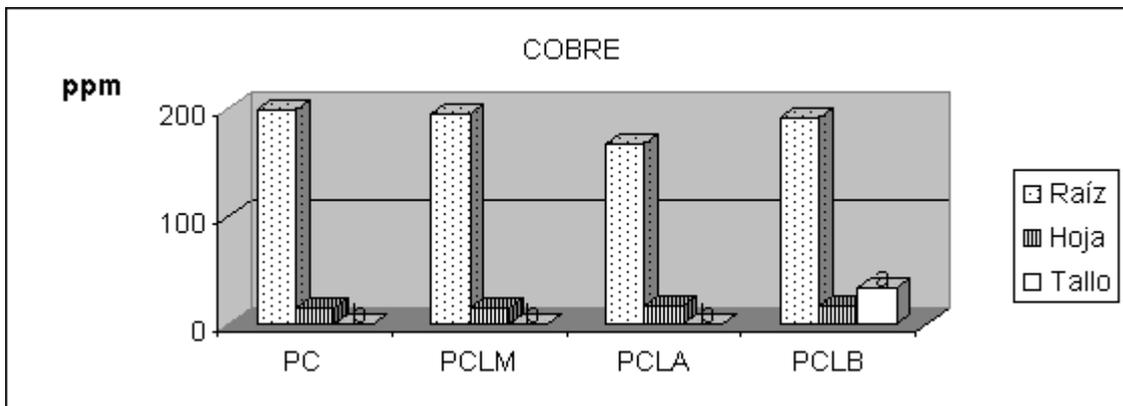
Figura 1. Biomasa de la raíz, tallo, hoja, parte aérea (hoja y tallo) y total en los diferentes tratamientos.

	PC	PCLM	PCLA	PCLB
RAÍZ	0,058	0,078	0,061	0,07
TALLO	0,041	0,052	0,034	0,043
HOJA	0,068	0,12	0,077	0,089

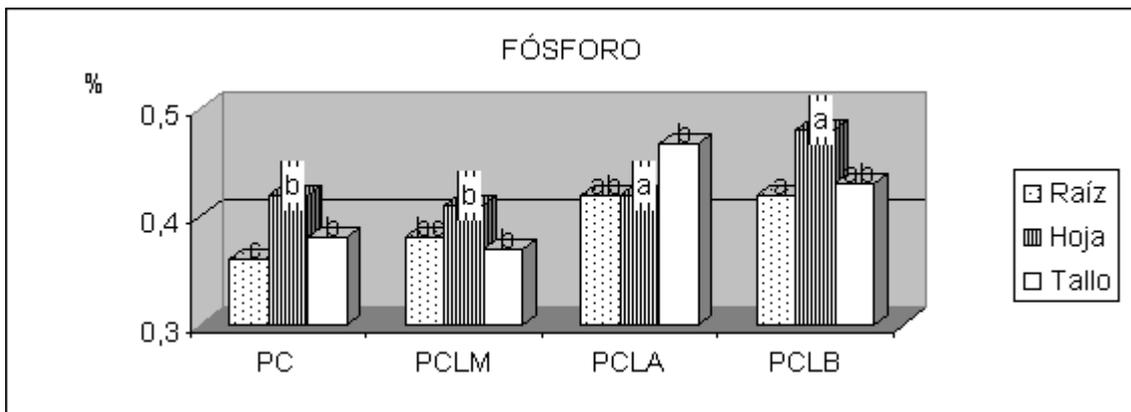
[Volver / Return](#)



	PC	PCLM	PCLA	PCLB
Raíz	448,8	722,57	659,44	1006
Hoja	219,24	211	177,83	244,29
Tallo	118,67	49	103,25	53,55



	PC	PCLM	PCLA	PCLB
Raíz	216,5	195,92	168,75	192,21
Hoja	15,15	15,95	17,49	16,52
Tallo	0	0	0	33,37



	PC	PCLM	PCLA	PCLB
Raíz	0,36	0,38	0,42	0,42
Hoja	0,419	0,41	0,42	0,48
Tallo	0,38	0,37	0,468	0,43

[Volver / Return](#)