CONTRIBUCIÓN DE LAS ACÍCULAS AL PASTO TRAS LA PODA BAJA Y APORTE EN NUTRIENTES EN UN SISTEMA SILVOPASTORAL DESARROLLADO CON *PINUS RADIATA* D. DON.

Mosquera-Losada, M.R., Fernández-Núñez, E., Rigueiro-Rodríguez, A.
Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Santiago de Compostela. 27002- Lugo.
romos@lugo.usc.es; anriro@lugo.usc.es

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la fertilización sobre la contribución de acículas a la productividad de pasto y las características del suelo, en un sistema silvopastoral de *Pinus radiata* D.Don, de siete años de edad, instalado en una zona agrícola abandonada de la provincia de Lugo. El sistema fue establecido a una densidad de plantación de 2500 árboles ha^{-1} y se desarrolló sobre una mezcla pratense formada por dactilo, trébol blanco y trébol violeta, en un suelo ácido. En él se aplicaron tres tratamientos de fertilización diferentes (fertilización con lodos de industria láctea, fertilización mineral y no fertilización). Se evaluó la contribución de las acículas al pasto y el contenido en nitrógeno de las mismas. Los resultados mostraron un mayor porcentaje de acículas a finales de año y en aquellas parcelas no fertilizadas, a pesar de que el crecimiento del arbolado fue similar al de las parcelas fertilizadas orgánicamente.

PALABRAS CLAVE nitrógeno, fertilización, dactilo, análisis foliar

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastorales son formas sostenibles de manejo del territorio que potencian, si el manejo es adecuado, el uso múltiple de los recursos en terrenos agrícolas o forestales.

Los sistemas silvopastorales creados sobre terrenos agrícolas abandonados favorecen la obtención de una renta acorto plazo a partir de terrenos fértiles, si se emplea como pasto el estrato herbáceo que se desarrolla. El desarrollo de las especies herbáceas bajo cubierta arbórea depende del grado de interceptación de la luz por la especie forestal dominante. Por este motivo, cuando los árboles son jóvenes, la producción de pasto se ve favorecida. Por el contrario, cuando el árbol es adulto la producción de pasto se reduce al aumentar el sombreado pudiendo provocar una disminución en el crecimiento y en las posibilidades de persistencia de las especies herbáceas sembradas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la contribución de las acículas al pasto en un sistema silvopastoral de *Pinus radiata* D.Don. establecido a una densidad de 2500 pies/ha y desarrollado sobre una mezcla pratense constituida por dactilo, trébol blanco y trébol violeta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos expuestos a continuación fueron obtenidos a partir del establecimiento de un sistema silvopastoral instalado en la provincia de Lugo, concretamente en Castro Riberas de Lea, zona situada a 400-500 m de altitud, que se caracteriza por presentar un clima templado, con una precipitación anual entorno a 1300 mm y una temperatura media de 12ºC. En el momento de la instalación del sistema, las parcelas del mismo presentaban un pH próximo a la neutralidad (6,8) derivado del uso agrícola al que fueron destinadas con anterioridad. Los resultados que se muestran a continuación son parte de un estudio más amplio cuyos resultados iniciales pueden verse en MOSQUERA-LOSADA *et al*. (2000).

El sistema silvopastoral estudiado se implantó en el año 1995, sobre un terreno destinado anteriormente al cultivo agrícola. Está constituido por una cubierta arbórea de *Pinus radiata* D. Don establecida a una densidad de plantación de 2500 pies/ha y desarrollada sobre un tapiz herbáceo formado por una mezcla de *Dactylis glomerata* L. var Saborto (25 kg ha^{-1}), *Trifolium repens* L. var Ladino (4 kg ha^{-1}) y *Trifolium pratense* L. var Marino (1 kg ha^{-1}). El diseño experimental fue de bloques al azar y en él se evaluaron los efectos de tres tratamientos de fertilización consistentes en:

- aplicación de lodos procedentes de industria láctea (154 m^3/ha), que sólo se realizó en el año de instalación del sistema (año 1995). A partir de 1997 estas parcelas fueron fertilizadas con

abono mineral (500 kg de 8:24:16 en el mes de marzo y 40 kg de N/ha en el mes de mayo),
- fertilización con abono mineral (500 kg de 8:24:16/ha en el mes de marzo y 40 kg de N/ha en el mes de mayo) y,
- no fertilización.

Cada una de las parcelas establecidas estaba constituida por 25 árboles distribuidos en un cuadrado perfecto de 5x5 árboles. Durante el último año de ensayo, año 2001, la parte arbórea del sistema fue sometida a una poda baja (hasta 2 m de altura) retirándose posteriormente los restos derivados de la misma para no afectar a la producción de pasto. A finales de 1997 y 2001 se recogió una muestra de suelo al azar en la que, tras secarse y tamizarse, se determinó el pH en agua. Se midió el diámetro y altura del arbolado a finales del año 2001 en los nueve árboles centrales de la parcela con objeto de evitar el efecto borde. Durante el año 2001, se evaluó la contribución de las acículas al pasto en cada uno de los cuatro cortes realizados en los meses de mayo, junio, julio y diciembre. Esta operación consistió en segar el pasto desarrollado entre 4 de los 9 árboles centrales de la parcela, evitando así el efecto borde. El paso siguiente consistió en pesar en campo la producción total de pasto obtenida en cada una de las unidades de muestreo y recoger una submuestra que fue separada botánicamente en el laboratorio, determinando así el porcentaje de acículas en pasto. A continuación se evaluó el contenido en Nitrógeno de las mismas para lo cual, las muestras de acículas se secaron (48 h a 60ºC), se molieron y se digirieron mediante una digestión microkjeldahl. El nitrógeno fue determinado con un autoanalizador TRAACS-800+.

Los resultados obtenidos fueron tratados mediante el empleo de ANOVA. La separación de medias se efectuó empleando el test de Duncan. Para todo ello se utilizó el paquete estadístico SAS software (SAS, 1985).

RESULTADOS

Suelo

Las mediciones de pH llevadas a cabo en las parcelas estudiadas reflejaron una acidificación del suelo, la cual resultó más evidente en el caso de los tratamientos de fertilización con lodo y no fertilización, así, dos años después del inicio del ensayo (1997) se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización y no fertilización, alcanzando el pH valores de 5,87; 6,13 y 5,12 (MOSQUERA *et al*., 2000) para los tratamientos de fertilización con lodos, fertilización mineral y no fertilización respectivamente. Sin embargo, en el último año de estudio (2001) y para los tratamientos citados anteriormente, no se obtiene un efecto significativo del tratamiento sobre dicha variable, siendo, en esta ocasión, los valores del pH de 5,32; 5,87 y 5,42, tal y como puede verse en la Figura 1. Señalar que, el suelo de las parcelas que han recibido fertilización, a lo largo de los siete años de ensayo, experimentó un descenso de pH cifrado en 0,55 y 0,26 unidades (L y M respectivamente) entre el tercer y séptimo año de experiencia mientras que, en aquellas parcelas que no fueron abonadas (NF) se produce un aumento de dicha variable de 0,30 unidades para el mismo periodo de tiempo.

La acidificación del suelo puede explicarse por la extracción de nutrientes por parte del arbolado y el pasto, resultando menor el desarrollo del arbolado en el caso del abonado mineral, lo que justifica la menor reducción del pH ocurrida en este tratamiento.

Desarrollo de la cubierta arbórea

A lo largo de los siete años de estudio pudimos ver un menor desarrollo de la cubierta arbórea establecida en aquellas parcelas en las cuales se procedió, desde un principio, a la aplicación de abono mineral (M), tal y como queda reflejado en la Figura 2. Los valores alcanzados por las variables altura y diámetro fueron de 6,5; 4,2 y 6,6 m en el caso de la primera y 9,4; 6,5 y 10,3 cm en el caso del diámetro y para los tratamientos de fertilización con lodos, fertilización mineral y no fertilización, respectivamente.

El efecto negativo de la fertilización mineral, en terrenos agrícolas, sobre el crecimiento de la especie *Pinus radiata* D. Don ya fue encontrado por otros autores (MOSQUERA *et al.*, 2000), si bien esta respuesta es diferente a la hallada con esta especie cuando se desarrolla en terrenos de monte

(LÓPEZ-DÍAZ, 2004).

Porcentaje de acículas

El porcentaje de acícula obtenido en las diferentes muestras de pasto tomadas a lo largo del año 2001 puede verse representado en la Figura 3. A partir de los resultados mostrados en la se desprende una importante variación estacional en relación a la contribución al pasto del contenido de acículas, sobre todo en los tratamientos fertilizados, en los que se observa una mayor contribución durante los periodos en los que los parámetros climáticos pueden ocasionar problemas en el desarrollo del arbolado y del pasto como son la sequía de verano y las bajas temperaturas del invierno.
Como vemos, se han obtenido diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización y no fertilización. El porcentaje de acículas medio anual en el pasto por tratamientos fue de un 27% para las parcelas fertilizadas con abono orgánico e inorgánico y de más del doble en el caso de las parcelas no fertilizadas, 59%. Estos porcentajes se traducen en una contribución de acículas al pasto, a lo largo del año de estudio, cifrada en 2,2 t/ha y año en las parcelas fertilizadas con abono orgánico, 2,3 t/ha y año en las que recibieron fertilización inorgánica y 3,6 t/ha y año en aquellas que no fueron fertilizadas.
La fertilización parece disminuir la mortandad de acículas, ya que las reduce las deficiencias nutritivas y la translocación de nutrientes en los árboles desde las acículas más envejecidas a las más jóvenes. El menor desarrollo del arbolado con abono mineral fomenta la entrada de luz y reduce probablemente la mortandad de acículas y su contribución al suelo.

Nitrógeno en acícula

La Figura 4 nos muestra los resultados del análisis de varianza realizado para el porcentaje de Nitrógeno, dichos resultados, revelan la existencia de un efecto significativo del tratamiento aplicado sobre el contenido de éste nutriente. Las muestras de acículas estudiadas mostraron un contenido medio en nitrógeno que varió entre un 0,83% y un 1,11% porcentajes ligeramente superiores a los determinados por GÓMEZ REY (2002) 0,78% para esta misma especie en plantaciones gallegas en las cuales no se aplicó fertilización pero, inferiores a los determinados por otros autores como WILL (1985), MESANZA (1993) y SOLLA (2004) ya que en este caso, las acículas fueron recogidas en el tercio superior de la copa y en masas de edad más avanzada. En este sentido, es importante destacar la elevada fertilidad inicial del suelo, ayudada de los aportes de N realizados en los tratamientos de fertilización.
Por otro lado, señalar que el porcentaje de nitrógeno en acícula se mantuvo más o menos estable a lo largo del año de estudio, obteniéndose las mayores variaciones entre los meses de mayo y diciembre, hecho que se dio en los tres tipos de tratamientos aplicados. Como puede observarse en la figura anteriormente citada, los menores porcentajes de este nutriente fueron obtenidos en el mes de Diciembre independientemente del tratamiento aplicado en la parcela. Este hecho puede justificarse por el proceso de mineralización sufrido por las acículas entre los meses de julio y diciembre, periodo mucho más prolongado en comparación con el transcurrido entre los muestreos de primavera y que, contribuye a la reducción de los niveles de nutrientes en las acículas (Khanna, 1994).
En relación al efecto de los tratamientos, podemos señalar que el porcentaje de nitrógeno en las acículas resultó ser significativamente inferior en el tratamiento de NF, lo que puede explicarse por un menor contenido en nitrógeno en la planta, lo que podría favorecer una mayor translocación de este elemento en planta antes de que se produzca la caída de la acícula al suelo (Kanna, 1994), lo que a su vez incrementó la caída de acículas al pasto.
El suelo de nuestro sistema recibió unos aportes de nitrógeno procedentes de las acículas cifrados en 19,18 kg/ha en las parcelas tratadas con lodos (L) ; 20,92 kg/ha en aquellas que recibieron fertilización mineral (M) y 29,38 kg/ha en la no abonadas (NF) tal y como se muestra en la Figura 5.

CONCLUSIONES

El aporte de nutrientes a través del abonado, tanto orgánico como inorgánico, a un sistema silvopastoral desarrollado con *Pinus radiata* provocó una disminución de la caída de acículas y un

mayor porcentaje de Nitrógeno en las acículas que se incorporan al suelo lo que se traduce, por una parte, en una mejor calidad del pasto desde el punto de vista de la nutrición animal y, por otro lado, en una disminución de la masa foliar y Nitrógeno perdidos por el árbol.

REFERENCIAS

GOMEZ-REY M.X.; 2002. Datos para el desarrollo de una red integrada de seguimiento de la calidad de suelos en Galicia (N.O. de España): balances geoquímicas en suelos forestales (*Pinus radiata*). 1. Aportes de elementos por deposición atmosférica y hojarasca. *Edafología* 9(2):181-196.

KANNA, P.K.; 1994. Evaluating various indices for measuring N and P status of forest stands with examples from pine and eucalypt sites. *Interciencia*. 19 (6):366-373.

LÓPEZ, M.L; 2004. Fertilización con lodos de depuradora urbana en sistemas silvopastorales.. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

MESANZA, J.M.; CASADO, H. & CASTILLO, F.J., 1993. Nutrient concentrations in *Pinus radiata* D Don needles in the Basque Country (Spain): a preliminary classification of parameters and sites. *Ann. Sci. For.* 50:23-26.

MOSQUERA-LOSADA M.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ A. & GATICA-TRABANINI E.; 2000. Pasture production and tree growth in a young pine plantation fertilized with inorganic fertilizers and milk sewage in northwestern Spain. *Agroforest. Syst.* 48(3):245-256.

SAS; 1985. User´s guide: Statistics Ed. SAS Institute Inc, 648 pp. Cary NC (USA).

SOLLA-GULLÓN F.; TABOADA, M.P.; RODRÍGUEZ-SOALLEIRO, R. y MERINO, A.; 2004. Respuesta inicial del aporte de cenizas de biomasa arbórea en el estado nutricional de una plantación joven de *Pinus radiata* D.Don. *Invest Agrar: Sist Recur For.* 13(2):281-293.

WILL, G.M.; 1985. Nutrient deficiencias and fertiliser use in New Zealand exotic forest. FRI-Bulletin, Forest Research Institute, New Zealand. 97:53.

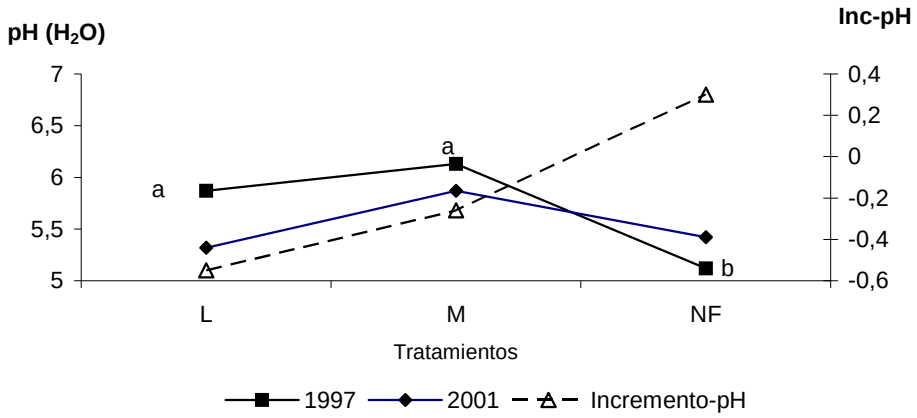


Figura 1. Valores de pH en suelo para los años 1997 y 2001. Donde L: fertilización con lodo; M: fertilización mineral y NF: no fertilización. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

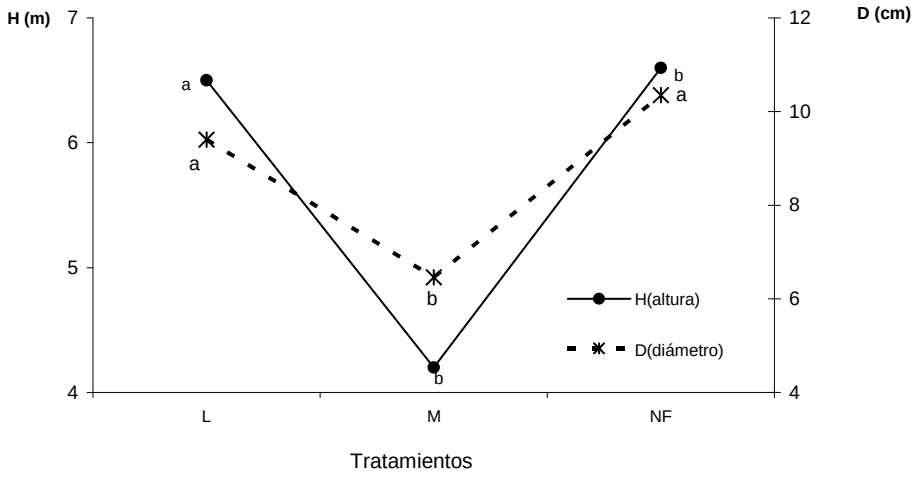


Figura 2. Desarrollo en altura (H) y diámetro (D) de la especie *Pinus radiata* D. Don en el año 2001. Donde L: fertilización con lodo; M: fertilización mineral y NF: no fertilización. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

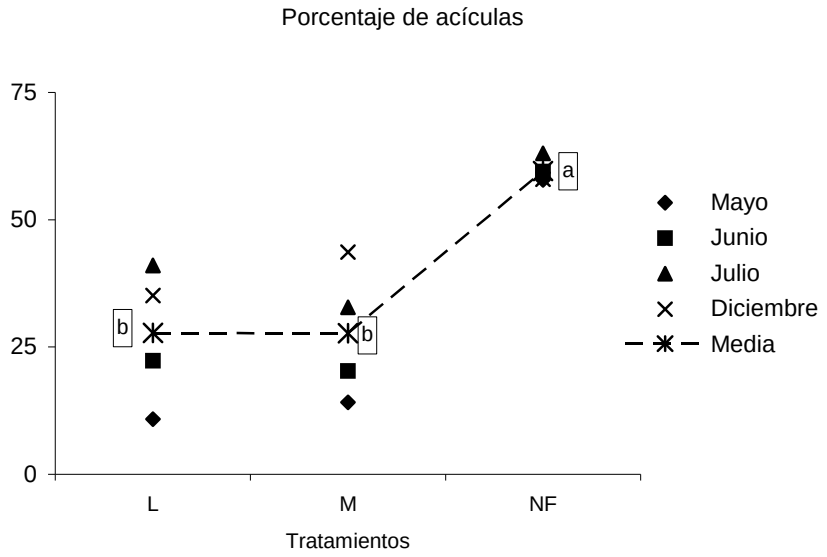


Figura 3. Porcentaje de acícula en pasto obtenido durante el último año de ensayo (2001). Donde L: fertilización con lodo; M: fertilización mineral y NF: no fertilización. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

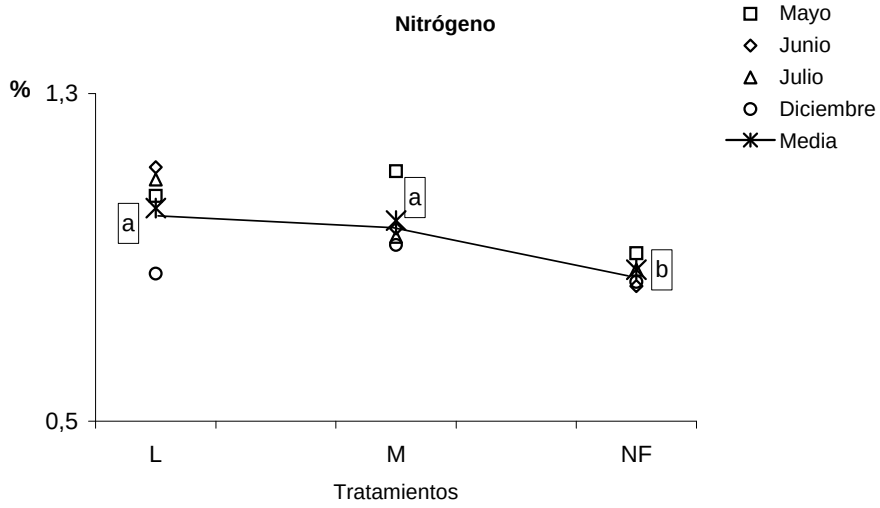


Figura 4. Porcentaje de Nitrógeno en acícula. Donde L: fertilización con lodo; M: fertilización mineral y NF: no fertilización. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

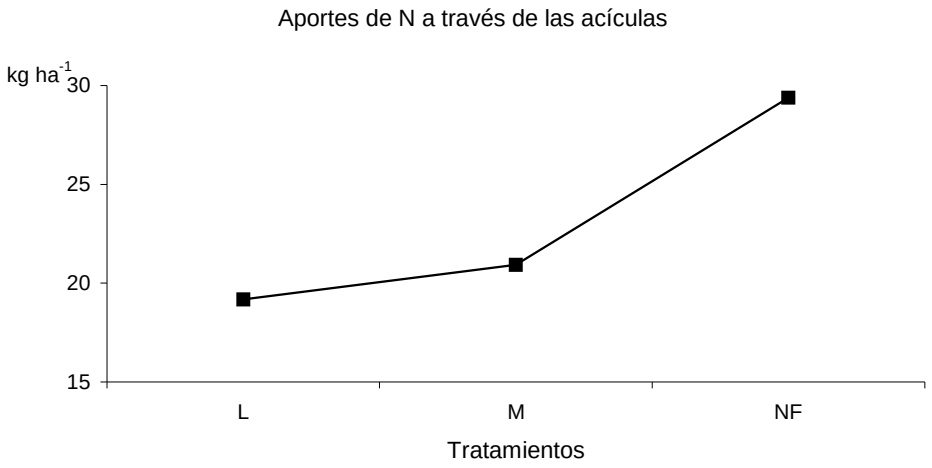


Figura 5. Aportes de Nitrógeno al pasto procedente de las acículas. Donde L: fertilización con lodo; M: fertilización mineral y NF: no fertilización.