

CONTENIDOS FOLIARES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES Y SU VARIACIÓN ESTACIONAL EN PLANTACIONES DE *Pinus radiata* D. Don EN GALICIA

E. ESPAÑOL¹, C. MOO¹, M. RIVERO², J. MESEGO², M.C. MATO³, G. VEGA².

¹ Centro de Investigaciones Forestales y Ambientales de Lourizán. Apdo. 127. 36080 Pontevedra (España).

² Departamento de Producción Vexetal, Escuela Politécnica Superior de Lugo. Campus universitario s/n. 27002 Lugo (España).

³ Centro Superior de Investigaciones Científicas. Av. de las Ciencias s/n. 15706 Santiago de Compostela (España).

RESUMEN

Pinus radiata D. Don es la especie más utilizada en las repoblaciones que se están realizando en Galicia. Este trabajo trata de establecer los valores normales de macro y micronutrientes que presenta la especie en nuestra comunidad. El estudio se ha llevado a cabo en 33 parcelas de *Pinus radiata* seleccionadas en función de calidad de sitio, roca madre y edad. En todas las parcelas se recogen muestras de hojas del crecimiento del año en el tercio superior de 6 árboles fijos durante tres épocas: primavera, verano y otoño. Se determinan los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S y los oligonutrientes Fe, Zn, Cu y Mn. Los resultados obtenidos muestran unos valores elevados para todos los elementos salvo para el P que se presenta como factor limitante.

P.C.: *Pinus radiata*, macronutrientes, micronutrientes, análisis foliar.

SUMMARY

Pinus radiata D. Don is the most used species in forest reforestation in Galicia. This work intends to determine the standard contents in macro and micro-nutrients on this species in our forest. The research was performed on 33 plots selected based on the site index, parent rock and age. In all the plots where sampled needles from the present growth, in the superior third of the crown of 6 sample trees fixed along three seasons: spring, summer and autumn. The contents of the macro-nutrients: N, P, K, Ca, Mg and S and the micro-nutrients: Fe, Zn, Cu and Mn are determined. The obtained results show high values for all the elements out of P, that seems be a limitant factor.

K.W.: *Pinus radiata*, macro-nutrient, micro-nutrient, foliage analysis.

INTRODUCCIÓN

El *Pinus radiata* D. Don ha sido una especie que, partiendo de un área natural relativamente pequeña en California, se ha extendido por diversos países, mostrando su facilidad para adaptarse a diferentes tipos de suelo y condiciones climáticas, siendo una especie que, por sus características, puede proporcionar, a turnos medios, las calidades y las dimensiones exigidas por los aserradores.

En Galicia, según datos del 2º Inventario Forestal Nacional, ocupa una superficie aproximada de 67.644 ha considerando tanto las masas puras como la parte proporcional de las mixtas en las que aparece. Hoy día constituye la especie más usada en repoblación en Galicia, estimándose una superficie anual repoblada de 7.000 ha, según datos de la campaña 1996/97 (Rodríguez Soalleiro, 1997). El Plan Forestal de Galicia del año 1992 preveía un incremento de hasta 230.000 ha de masas puras en un plazo de 40 años, lo que da una idea de la importancia que presenta la especie en el sector forestal gallego. A pesar de esta importancia los estudios de crecimiento y producción en nuestra comunidad son escasos y se hace necesario profundizar en ellos para poner a disposición de los selvicultores herramientas con las que poder optimizar la producción.

Un manejo forestal intensivo pasa por evaluar el estado nutricional de las masas, definiendo

los niveles de nutrientes y sus interacciones (Lambert, 1986). El análisis foliar es el instrumento para definir dichos niveles y determinar fuentes de variación en la productividad de las masas de *P. radiata* en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La recogida del material vegetal se realizó en parcelas de *Pinus radiata*, situadas en las provincias de Lugo, Orense y Pontevedra. Las parcelas se eligieron en base al tipo de suelo y a la edad de los árboles. Se diferenciaron las parcelas situadas en esquistos de las situadas en suelos graníticos y pizarras; y dentro de ellas se eligieron las que cubriesen el rango de edad desde las más jóvenes (11-14 años) hasta las más adultas, próximas al turno de corta (33-34 años). Los datos de las parcelas: nombre, localización, tipo de suelo, edad e intervalo de edad se reflejan en la tabla 1.

En todas las parcelas se eligieron seis árboles al azar, identificándose cada uno de ellos para poder realizar todas las recogidas en los mismos ejemplares. Los muestreos se realizan en tres épocas diferentes, primavera (abril), verano (julio) y otoño (noviembre), descartándose el muestreo de invierno por el parón de crecimiento que sufre esta especie. Durante el proceso se produjo el derribo y corta de árboles, por lo que fueron eliminados en el análisis posterior.

Las acículas se tomaron del tercio superior del árbol y del crecimiento del año (Will, 1985), con tijeras montadas en pértiga telescópica y, debido a la gran altura de algunos árboles, ayudados con escaleras de aluminio encajables. El material se introducía inmediatamente en neveras portátiles a 4°C para su perfecta conservación y transporte hasta el laboratorio. En primer lugar, se procedió a la retirada de las vainas y al lavado de las acículas con agua destilada, tras lo que fueron sometidas a un proceso de congelación a -30°C, liofilización y trituración en un molino de acero inoxidable para su posterior análisis.

Un gramo aproximadamente de peso liofilizado se utilizó para la extracción húmeda, utilizando ácido perclórico y ácido nítrico (Foss-Tecator) diluyéndose a continuación con HCl diluido y llevado hasta 50 ml. con agua destilada y filtrándolo a continuación. A partir de esta dilución se determinaron el Ca, Mg, Fe, Zn, Cu y Mn por Absorción Atómica y el K por Emisión (espectrofotómetro Perkin Elmer), según Jones, Jr. J. B. et al., 1991, y el P fotométricamente (UV-VIS Beckman) por el método de Bray-II (Bray and Kurtz, 1945). El N, S y C se determinaron por combustión en un autoanalizador LECO, partiendo de una alícuota de 0,1 g de material liofilizado.

Los análisis estadísticos se desarrollaron en el paquete SAS System 8.0. Se utilizó un análisis de varianza considerando mediciones repetidas sobre el mismo individuo las tres fechas de muestreo y un análisis posterior para determinar la variación entre recogidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles foliares de macro y micronutrientes analizados para los distintos elementos según tipo de roca, intervalos de edad de las plantaciones y época de recogida de muestras se reflejan en las tablas 3, 4 y 5, respectivamente.

Los rangos de mediciones individuales obtenidos en el conjunto de los análisis son muy amplios para la mayoría de los elementos considerados: % N, 1,1-2,7, % P, 0,011-1,036, % K, 0,028-2,096, % Ca, 0,029-0,720, % Mg, 0,007-0,920, % S, 0,115-0,389, ppm Fe, 4,9-186,8, ppm Zn, 1,5-75, ppm Cu, 0,25-84,25 y Mn, 42,1-1019,8.

No se encontró variación en los contenidos de N, Mg y S según el tipo de roca donde se encuentra la parcela instalada. Los árboles de las parcelas situadas sobre pizarras presentan los mayores contenidos en K, Fe y Cu y los menores en Ca y Mn. Las parcelas sobre granitos presentan las mayores concentraciones de P y las menores de K.

No existen diferencias en los contenidos de Mg, S, Zn y Mn entre las parcelas de árboles jóvenes y árboles adultos. Para el resto de los elementos analizados si que existen, siendo las mayores para el N y el P, presentando los más jóvenes concentraciones más elevadas de estos dos elementos.

La época de recogida de muestras no afecta a las concentraciones de K, S, Zn y Mn. Sin embargo, los menores contenidos de N, Fe y Cu se producen en la recogida de verano al contrario que Ca y Mg que presentan su máximo. El P presenta el mínimo en primavera manteniéndose estable en verano y otoño.

La interacción del tipo de suelo y la edad de la plantación influye solamente en los contenidos de K, Fe y Cu.

Si se tienen en cuenta los valores standard propuestos por Will (1985, tabla 6) nos encontramos que todos los elementos superan dichos valores, a excepción del P que presenta niveles inferiores tanto para el tipo de roca, edad de la plantación y época de muestreo. El Mn es el que presenta valores de hasta 20 veces más que los propuestos por Will: aún en las parcelas situadas sobre pizarras su valor lo supera en 8 veces.

CONCLUSIONES

Los valores obtenidos mediante los análisis foliares se encuentran relativizados por los factores ambientales y, en ese contexto, deben de ser evaluados.

El azufre y el magnesio son los únicos elementos de los analizados que no presentan variaciones significativas tanto para la época de muestreo, la edad de las plantas como el tipo de roca sobre el que se encuentra la plantación.

El contenido más elevado de hierro en las plantaciones que se sitúan sobre pizarras y puede ser consecuencia del mayor contenido de este elemento en este tipo de suelos.

Los altos contenidos en Mn que presentan los árboles analizados están relacionados con el pH ácido del suelo.

El bajo contenido en P es el elemento a tener en cuenta en el manejo de las plantaciones como factor limitante.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro especial agradecimiento a Enrique Diz Dios y José Fontenla por sus escaladas en la recogida de muestras. A Montserrat Rodríguez Riveiro y Nuria Pérez Balsa por su inestimable trabajo de laboratorio y a Carlos, Javier, Suso y Fernando estudiantes de la Escola Politécnica Superior de Lugo por guiarnos en la localización de las parcelas.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAÑAS, J., GONZÁLEZ-RÍO, MERINO, A.; (2000). Contenido y distribución de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus globulus* del noroeste de la Península Ibérica. Invest. Agr. Sist. Recur. For. Vol. 9(2), 209-217.
- ESPAÑOL, E., ZAS, R., VEGA, G.; (2000). Contenidos foliares en macro y micronutrientes en nueve especies de *Eucalyptus* en el noroeste español. Invest. Agr. Sist. Recur. For. Vol. 9(2), 209-217.
- GLASS, A.D.M.; (1999). Plant nutrition: Biological roles of the inorganic elements: 163-202.
- GLASS, A.D.M.; (1999). Plant nutrition: Genotypic differences in plant nutrition. 203-230.
- LAMBERT, M.J.; (1984). The use of foliar analysis in fertilizer research. In: Proceedings of IUFRO symposium on site and productivity of fast growing plantations. Pretoria, South Africa, pp. 269-291.
- LAMBERT, M.J.; (1986). Sulfur and nitrogen nutrition of *Pinus radiata* at Nundle State Forest, New South Wales Australia. Canadian Journal of Forest Research.
- LAMBERT, M.J. & TURNER, J.; (1988). Interpretation of nutrient concentrations in *Pinus radiata* foliage at Belanglo State Forest. Plant & Soil 108: 237-244.
- MERINO, A. & EDESO, J.M.; (1998) Soil fertility rehabilitation in young *Pinus radiata* D. Don plantations from northern Spain after intensive site preparation. Forest Ecology & Management 116: 83-91.
- SANCHEZ, F., ESPAÑOL, E., RODRÍGUEZ, R.; El estado nutritivo de las masas de *Pinus radiata* D. Don en Galicia y su relación con la productividad forestal. (pendiente de publicación).
- TURNER, J. & LAMBERT, M.J.; (1986). Nutrition and Nutritional Relationships of *Pinus radiata*. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 125-50.
- WILL, G.M.; (1985). Nutrient deficiencies and fertiliser use in New Zealand exotic forests. FRI-Bulletin, Forest Research Institute, New Zealand. Nº 97, 53 pp.

Tabla 1
DATOS DE LAS PARCELAS ESTUDIADAS

Tipo de suelo	Intervalo de edad	Código	Ayuntamiento	Provincia	
Edad	10-15	BAR-B1	Baralla	LU	16
		BAR-A3	Baralla	LU	18
		BAR-A2	Baralla	LU	14
		GUI-D4	Guitiriz	LU	19
		GUI-D2	Guitiriz	LU	19
		GUI-G1	Guitiriz	LU	19
		GUN-4	Guntín	LU	18
		LAN-E1	Láncara	LU	18
		MON-C1	Monterroso	LU	14
Esquistos	25-30	BAR-A1	Baralla	LU	23
		COR-C1	Corgo, O	LU	22
		FRI-I1	Friol	LU	26
		GUI-D3	Guitiriz	LU	30
		MON-D1	Monterroso	LU	33
		PAS-C2	Pastoriza	LU	30
		LEO-1	Tordoia	C	32
	10-15	CAS-C1	Castroverde	LU	15
		FRI-E2	Friol	LU	17
		GUI-A1-3	Guitiriz	LU	16
		GUI-E2	Guitiriz	LU	17
		LUG-F1	Lugo	LU	11
		LUG-5	Lugo	LU	11
Granito	25-30	FRI-F3	Friol	LU	22
		GUI-A2-1	Guitiriz	LU	26
		LUG-6	Lugo	LU	22
		LUG-C1	Lugo	LU	33
		LUG-A1	Lugo	LU	34
		LUG-B1	Lugo	LU	32
		PO-B1	Oia	PO	29
		GUI-B1	Guitiriz	LU	18
Pizarra	25-30	GUI-B3	Guitiriz	LU	29
		GUI-C1	Guitiriz	LU	29
		GUI-B2	Guitiriz	LU	29

Tabla 2
NIVELES DE SIGNIFICACIÓN DE CONTENIDOS FOLIARES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES

Fuentes variación	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S	ppm Fe	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn
Tipo de roca	n.s.	***	***	***	n.s.	n.s.	***	***	***	***
Parcela (roca, edad)	***	***	***	***	***	n.s.	***	***	***	***
Edad	***	***	**	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.
Recogida	***	***	n.s.	***	***	n.s.	**	n.s.	***	n.s.
Tipo roca x Edad	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	***	n.s.

Niveles de significación: n.s.= no significativo; *= p<0,05; **= p<0,01; ***= p<0,001

Tabla 3
CONTENIDOS FOLIARES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES SEGÚN TIPO DE ROCA

Tipo de roca	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S	ppm Fe	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn
Esquistos	1,55	0,105	0,628	0,180	0,121	0,197	47,8	23,7	8,4	335,2
Granitos	1,59	0,118	0,593	0,175	0,122	0,196	46,6	26,4	8,8	306,8
Pizarras	1,52	0,106	0,769	0,107	0,115	0,206	79,9	27,7	13,4	130,5

Tabla 4
CONTENIDOS FOLIARES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES SEGÚN EDAD DE LAS PARCELAS

Intervalo de edad	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S	ppm Fe	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn
10-15	1,61	0,115	0,617	0,182	0,118	0,197	47,6	24,2	8,4	304,9
25-30	1,52	0,107	0,635	0,161	0,123	0,199	53,3	26,3	9,7	297,1

Tabla 5
CONTENIDOS FOLIARES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES SEGÚN ÉPOCA DE RECOGIDA DE MUESTRAS

Época de muestreo	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S	ppm Fe	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn
primavera	1,51	0,094	0,600	0,146	0,090	0,193	54,0	25,6	13,3	311,1
verano	1,49	0,120	0,636	0,204	0,159	0,206	44,8	25,4	5,4	295,2
otoño	1,65	0,120	0,646	0,167	0,119	0,193	52,4	25,1	8,1	294,5

Tabla 6
CONTENIDOS NORMALES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES PARA *Pinus radiata* SEGÚN Will, 1985

% N	% P	% K	% Ca	% Mg	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn
1,2-1,5	0,12-0,14	0,30-0,50	0,10	0,07-0,10	10-20	2-4	10-20?